Neilson Silva Santos
(organizador)

Desvendando a Vida Animal

Integração entre Ciência Zoológica e Zootecnia

Atena
Editora
Ano 2024

Neilson Silva Santos
(organizador)

Desvendando a Vida Animal

Integração entre Ciência Zoológica e Zootecnia

Atena Editora
Ano 2024

MULTIDISCIPLINAR

Desvendando a vida animal: integração entre ciência zoológica e zootecnia

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Neilson Silva Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D478 Desvendando a vida animal: integração entre ciência zoológica e zootecnia / Organizador Neilson Silva Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-2319-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.195240603

1. Zoologia. 2. Animais. I. Santos, Neilson Silva (Organizador). II. Título.

CDD 590

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

MULTIDISCIPLINAR

APRESENTAÇÃO

O avanço da ciência está diretamente dependente das necessidades atuais da sociedade. Consumidores, investidores, produtores, cientistas e a sociedade como um todo integram conceitos a todo instante conceitos de bem-estar, qualidade e disponibilidade de alimentos e recursos naturais no cotidiano em busca de produções limpas, seguras e em ampla disponibilidade.

Desta forma, estudos que visem a melhor utilização de recursos naturais na produção animal são o atual foco da sociedade e cientistas. A melhor aplicação de tecnologia já disponíveis e o estudo de novas tecnologias é o principal foco de estudos científicos. Desta forma, a Atena Editora organizou essa obra para compartilhar com o mundo trabalhos de relevante impacto em diferentes obras na área de Zootecnia. Através de profissionais de diversas especialidades abordam-se estudos inovadores a fim de cooperar com o desenvolvimento profissional dos leitores.

A obra "Desvendando a Vida Animal: Integração entre Ciência Zoológica e Zootecnia" aborda temas relacionados nas áreas de produção de suínos, pequenos ruminantes, comportamento animal, reuso de materiais da avicultura e herpetofauna.

Neilson Silva Santos

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

POTENCIAL DO USO DE ÓLEO DE COCO E CÁRTAMO COMO SUBSTITUTO DA RACTOPAMINA NA SUPLEMENTAÇÃO DE DIETAS PARA SUÍNOS

Data de aceite: 01/03/2024

José Aparecido Moreira

Clara Viviane da Silva Costa

Andreza Lourenço Marinho

Elisanie Neiva Magalhães Teixeira

Janete Gouveia de Souza

Jorge Santos Cavalganti

RESUMO: Objetivou-se avaliar o potencial do uso de óleo de coco e cártamo como substituto da ractopamina na suplementação de dietas para suínos em terminação. Foram utilizados 24 suínos machos castrados mestiços com peso médio de 78,00 ± 8,76 kg, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos constituíram de T1 – Ração Basal (RB); T2 – RB + 10 ppm de ractopamina; T3 – RB + 4g de óleo de coco e T4 – RB + 4g de óleo de cártamo. Avaliou-se os parâmetros de desempenho, peso dos órgãos, características de carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa. Os animais alimentados com ractopamina e o óleo de cártamo apresentaram melhor conversão alimentar. O maior ganho de peso foi observado ($p \leq 0,05$) nos animais suplementados com o óleo de coco e a ractopamina. Em relação ao peso dos órgãos, observou-se redução ($p \leq 0,05$) no peso do estômago dos animais suplementados com o óleo de coco. Constatou-se redução significativa ($p \leq 0,05$) na espessura de toucinho no ponto 3 dos animais suplementados com óleo de cártamo e para área de olho de lombo houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) nos alimentados com ractopamina. Os demais parâmetros de carcaça não foram observados ($p > 0,05$) diferença entre os tratamentos utilizados. Nas avaliações do perfil de ácidos graxos, observou-se maior concentração ($p \leq 0,05$) de C12:0 e C14:0 no tecido adiposo dos suínos suplementados com óleo de coco. No músculo Longissimus dorsi houve o enriquecimento com ω-9, redução do C18:1n9t nos animais suplementados com óleo cártamo e elevação de C16:1 nos suplementados com óleo de coco. Recomenda-se a utilização do óleo de cártamo em substituição a ractopamina, por apresentar melhor conversão alimentar, reduzir a espessura de toucinho e promover o enriquecimento da carne com ω-9.

PALAVRAS-CHAVE: aditivos, suínos, promotor de crescimento, nutrição

ABSTRACT: The objective was to evaluate the potential of using coconut and safflower oil as a substitute for ractopamine in supplementing diets for finishing pigs. 24 crossbred barrows were used with an average weight of 78.00 ± 8.76 kg, distributed in a randomized block design with four treatments and six replications. The treatments constituted of T1 – basal ration (BR); T2 – BR + 10 ppm of ractopamine; T3 – BR + 4g of coconut oil and T4 –BR + 4g of safflower oil. Assessed the performance parameters, organ weight, carcass characteristics, meat quality and profile of fatty acids by gas chromatography. Animals fed ractopamine and safflower oil showed better feed conversion. The highest weight gain was observed ($p \leq 0.05$) in the animals supplemented with coconut oil and ractopamine. In relation to the weight of the organs, it was observed reduction ($p \leq 0.05$) in the stomach weight of animals supplemented with coconut oil. There was a significant ($p \leq 0.05$) reduction in the backfat thickness at point 3 of the animals supplemented with safflower oil and in the loin eye area there was a significant effect ($p \leq 0.05$) on the ractopamine fed. The other carcass parameters were not observed ($p > 0.05$) difference between the treatments used. In the evaluation of the fatty acid profile, a higher concentration ($p \leq 0.05$) of C12:0 and C14:0 was observed in the adipose tissue of the pigs supplemented with coconut oil. In the longissimus muscle dorsi there was the enrichment with ω-9, reduction of C18:1n9t in animals supplemented with oil safflower and elevation of C16:1 in supplemented with coconut oil. The use of safflower oil is recommended to replace the ractopamine, for presenting better feed conversion, reduce the backfat thickness and promote meat enrichment with ω-9.
KEYWORDS: aditives, pigs, growth promotor, nutrition

INTRODUÇÃO

A valorização da carne suína se deu em meados dos anos 70, onde suinocultores passaram a criar e produzir animais com carcaças mais magras, sendo desenvolvido um suíno com 30% de massa anterior e 70% de posterior, deixando de produzir o porco banha pelo suíno light (ABPA, 2015). Passando a produzir um alimento rico em proteínas, aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B, ácidos graxos, minerais Além do mais, quando produzida com eficiência produtiva, pode apresentar baixo teor de ácidos graxos saturados, baixo teor de calorias, assim como níveis de colesterol semelhantes aos de outros tipos de carne (Roppa, 1999; Fávero 2002; Bragagnolo, Rodriguez-Amaya, 2002; ABPA, 2015).

Buscando enriquecer a carne suína, o mercado suinícola vem investindo em novas alternativas e tecnologias para potencializar a produção de carne magra na carcaça (Athayde et al, 2011). Uma das estratégias adotadas para esta produção é o uso de beta-agonistas como a ractopamina e o enriquecimento da carne através da utilização de lipídeos, como os óleos vegetais ricos em ácidos graxos essenciais ao organismo (Torrent, 2014; Silva et al 2015)

A ractopamina ministrada na fase de terminação atua diretamente sobre o metabolismo do tecido adiposo estimulando à lipólise, modificando positivamente o metabolismo de carboidratos e proteico, dando aporte para o crescimento de massa magra, redução de espessura de toucinho e incremento na musculatura esquelética (Marinho et al, 2007; Pereira et al, 2008; Rossi et al., 2010; Araújo et al, 2014).

A ractopamina é utilizada em mais de 20 países como os EUA, Canadá, Austrália e quase toda à América Latina. No Brasil, desde 2012, o Ministério de Agricultura autorizou sua utilização baseada no preconizado pela Comissão Alimentar do Codex Alimentarius, que, através de evidências científicas realizadas pelo Comitê Conjunto de Especialistas sobre Aditivos Alimentícios da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), que descreveram que o uso deste β – adrenérgico não traz impacto para a saúde humana. Entretendo, os países da União Europeia, China e Rússia, importantes consumidores mundiais de proteínas animais, não permitem o uso e a exportação de carne com ractopamina baseado no argumento de que alguns médicos acreditam que a ractopamina possa provocar doenças (Bonaparte et al. 2015).

Os lipídeos são importantes do ponto de vista nutricional por serem importantes precursores dos ácidos graxos essenciais. Sendo o óleo de cártamo composto pelos ácidos graxos de cadeia média palmítico, considerado maléfico ao organismo humano, e esteárico, e pelos ácidos oleico e linolênico altamente benéfico ao homem (Yeilaghi et al., 2012). Okuno et al (1997) demonstraram que por ser rico em ácidos graxos de cadeia longa, o óleo de cártamo podem agir como elemento de ligação à proteína receptora PPARα e, desta maneira, modular a diferenciação dos pré- adipócitos as células maduras do tecido adiposo. O óleo de coco, nos últimos tempos, veio ganhando certa atenção no mercado devido, em sua composição, ser rica em ácidos graxos de cadeia média (AGCM), sendo em torno de 50 % e o seu principal ácido graxo, o láurico, tornando-o um alimento de baixas quantidades de ácidos graxos essenciais. Por ser rico em AGCM, o óleo de coco apresenta certas particularidades referentes ao metabolismo hepático, sendo essas características responsáveis pelo efeito positivo na redução da adiposidade abdominal (Muniz, 2004; Assunção et al., 2009; Zakaria et al., 2011; Ippagunta et al., 2011).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a possibilidade da substituição da ractopamina pelos óleos vegetais cártamo e coco.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Centro de Pesquisa e Manejo de Suínos, localizado na Unidade Acadêmica Especializada de Ciências Agrárias (UAECIA) – da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) com coordenadas 5°53’7”S 35°21’38”W. O projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de ética no uso de animais – CEUA – UFRN sob o nº 002 – 2016. Foram utilizados 24 suínos mestiços machos castrados com peso médio de 78,00 ± 8,76 kg, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, contendo quatro tratamentos e seis repetições. Os animais foram alojados em um galpão experimental com piso de concreto medindo 2,76m X 1,85 m, contendo bebedouros do tipo chupeta e comedouros semiautomáticos.

Durante todo o período experimental, foram registradas as temperaturas máxima, mínima e a UR %, sendo registrado média de 35 °C para máxima, 22 °C para mínima e 71% de UR.

As rações experimentais foram formuladas seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011). Os tratamentos foram constituídos por uma dieta basal formulada à base de milho, farelo de soja, óleo vegetal e núcleo comercial para suínos em terminação, sendo os tratamentos distribuídos em: T1 – Ração Basal (RB); T2 – RB + 10 ppm de ractopamina; T3 – RB + 4g de óleo de cártamo e T4 – RB + 4g de óleo de coco. A composição das dietas encontra-se descrito na tabela 01 e o período experimental teve duração de 30 dias.

A suplementação com o óleo de coco e óleo de cártamo foi realizada via oral na forma de cápsulas sendo administrada às 8:00 h e às 16:00 h as dietas e água foram oferecidas aos animais *in ad libitum.*

Ao início e ao término do período experimental, foram realizadas pesagens dos animais, bem como, diariamente, as sobras das rações fornecidas foram pesadas para à realização da avaliação dos parâmetros de desempenho.

Ingrediente (%)	Ração basal (RB)	Ração com Ractopamina
Milho	73,15	75,53
Soja	15,13	13,61
Trigo	6,46	6,00
Núcleo	3,00	3,00
Óleo Soja	2,00	1,00
L_Lisina	0,22	0,23
L_Treonina	0,04	0,57
L_Triptofano	-	0,01
Ractopamina 10 ppm	-	0,05
Valores Calculados	100	100
Proteína Bruta	13,53	14,00
EM (kcal/kg)	3230	3230
Fósforo disponível	0,11	0,09
Sódio	0,15	0,03
Cloro0,04	0,04	0,04
Lisina	0,72	0,68
Metionina	0,23	0,21
Treonina	0,48	0,93
Triptofano	0,13	0,13
Valina	0,56	0,54

Níveis de garantia por kg do produto: cálcio (min) 235 g/kg; cálcio (máx) 240 g/kg; fósforo (min) 34,67 g/kg; sódio (min) 585 g/kg; ferro (min) 3, 389 mg/kg; cobre (min) 4,000 mg/kg; manganês (min) 1,333 mg/kg; zinco (min) 3,333 mg/kg; iodo (min) 33,33 mg/kg; cobalto (min) 6,86 mg/kg; selênio (min) 10 mg/kg; vitamina a (min) 116,800 ui/kg; vitamina d3 (min) 25,000 ui/kg; vitamina e (min) 833,33 ui/kg; vitamina k3 (min) 40 mg/kg; vitamina b1 (min) 16,7 mg/kg; vitamina b2 (min) 66,7 mg/kg; niacina (min) 500 mg/kg; ácido patotênico (min) 267 mg/kg; vitamina b6 (min) 16,7 mg/kg; ácido fólico (min) 5 mg/kg; biotina (min) 3,33 mg/kg; vitamina b12 (min) 333 mcg/kg; fitase 16,66 ftu/g; bht 133 mg/kg; bacitracina (min) 1,883 mg/kg; colina (min) 3, 338 mg/kg e flúor (máx) 332 mg/kg.

Tabela 01. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para suínos em terminação

Após o período de 30 dias, estando os animais com peso médio de 104,00 ± 7,03 kg, os animais foram submetidos a jejum de sólidos durante um período de oito horas, transportados a Unidade de Processamento de Carnes do município de São Paulo do Potengi – RN, onde os mesmos passaram por um descanso pré – abate de quatro horas, totalizando um jejum de 12 horas. Em seguida, foi realizada à insensibilização por eletronarcose, sangria da veia jugular, toalete e a evisceração de acordo com as técnicas de abate humanitário.

Após a toalete e evisceração, que durou aproximadamente 45 minutos, foi feito a avaliação do pH e temperatura inicial, depois às carcaças foram serradas ao meio e realizou – se o peso da carcaça quente conforme metodologia descrita pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS (1973) e foram avaliados o peso do fígado, coração, pulmão, rins, intestino e estômago vazio.

Após 24 horas ao abate, realizou – se as avaliações indicativas à avaliação de carcaça e qualidade da carne segundo Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ABCS, 1973) e Bridi e Silva (2009). Como parte das avaliações, coletou – se amostras de carne dos cortes: lombo e do tecido adiposo para avaliação do perfil de ácidos graxos.

Para os parâmetros quantitativos avaliou-se: área de gordura, área de olho de lombo – AOL, comprimento da carcaça, espessura de toucinho, peso do pernil, profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, quantidade de carne na carcaça fria, quantidade de carne magra na carcaça, rendimento de carcaça, rendimento de carne, rendimento de carne na carcaça fria, relação carne/gordura. Já os parâmetros qualitativos foram: cor do músculo, marmoreio, medida do pH e perda de água por resfriamento (Manual da Carne Suína – ABCS, 2012).

Após ao resfriamento por 24 horas a 2 ± 1º C, realizamos a medida do pH e temperatura final. As mensurações de pH e temperatura foram realizadas no músculo *Longissimus dorsi* (na altura da última costela) aproximadamente 45 minutos após ao abate sendo medido o pH e o temperatura inicial, e depois de 24 horas de resfriamento da carcaça a 2 ± 1ºC sendo medido o pH e temperatura final. A aferição do pH e temperatura foram mensurados com o auxílio de um pHmetro portátil com eletrodo de inserção.

Em seguida, pesou-se as carcaças para obtenção do peso da carcaça resfriada. Para obtenção do peso final da carcaça, utilizou-se o peso da carcaça quente subtraindo do peso da carcaça resfriada. Com esses valores, estimou-se o rendimento da carcaça. O rendimento da carcaça é realizado através da equação:

- Rendimento de carcaça (%): $\frac{\text{Peso da carcaça quente x 100}}{\text{Peso vivo do abate}}$

As medidas dos comprimentos das carcaças foram realizadas utilizando uma trena, onde iniciou-se a medição no bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo cranial ventral do atlas (ABCS, 1973).

De acordo com a ABCS (1973), a área de olho de lombo, espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus dorsi*, são medidas realizadas na altura da última costela, na região da inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar a seis centímetros da linha média de corte da carcaça.

As medidas da área de olho de lombo foram realizadas na altura da última costela na região de inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar, onde foi coberto o músculo com um filme de polietileno de baixa densidade e colocado um papel vegetal. Com o auxílio da caneta retroprojetor de ponta fina, desenhou – se o contorno do lombo excluindo – se os outros músculos. Sendo determinado com o auxílio de um planímetro.

Para a medida de espessura de toucinho, seguindo a recomendação da ABCS (1973), adotou-se os três pontos: na altura da primeira costela, na altura última costela e a altura da última vértebra lombar. Essas medidas são realizadas perpendicularmente à linha do dorso – lombar com o auxílio de um paquímetro e um avaliador capacitado.

A avaliação da profundidade do músculo *Longissimus dorsi,* deu – se pelo posicionamento do paquímetro perpendicularmente até o limite extremo oposto do músculo (ABCS, 1973).

Tendo obtido os valores acima supracitados, estimamos a quantidade de carne na carcaça fria e o rendimento de carne, determinadas pela equação proposta por Guidoni (2000):

- Rendimento de carne na carcaça fria (%):

65,92 - [(0,685 x espessura de toucinho) + (0,094 x profundidade do músculo)]

- Quantidade de carne resfriada (kg):

7,38 - [(0,48 x espessura de toucinho) + (0,059 x profundidade do músculo) + 0,525 x peso da carcaça quente kg)

Para o rendimento de carne e quantidade de carne na carcaça utilizou a equação proposta por Irgang (2004), onde:

- Rendimento de carne (%): 60 – (espessura de toucinho x 0,58) + (profundidade do músculo x 0,10)
- Quantidade de carne na carcaça (kg): (peso da carcaça resfriada x rendimento de carne) ÷ 100.

Para a determinação da área de gordura no corte, foram realizados os mesmos procedimentos utilizado para a obtenção do desenho da área do músculo *Longissimus dorsi*. Tendo os valores da área do músculo *Longissimus dorsi* e da gordura, calcularemos a relação carne/gordura, que foram medidas segunda a equação:

- Relação carne/gordura: $\frac{\text{Área do músculo } \textit{Longissimus dorsi}}{\text{Área de gordura}}$

A coloração da carne foi determinada após a carne ser resfriada por um período de 24 horas pós abate, utilizando um painel de cores descrito pela American meat science association – AMSA (2001). Essa mensuração costuma ser feita no músculo *Longissimus dorsi,* pois o mesmo já estará sendo utilizado para outros fins.

Para a determinação do marmoreio da carne utilizamos o painel de cores proposto pela AMSA (2001). Utilizando a escala numérica, determinou-se o grau de marmoreio que varia de um a sete, onde o menor valor representa somente traços de marmoreio e o maior valor representa marmoreio excessivo.

Os pesos dos pernis foram determinados seccionando a articulação entre a última e a penúltima vértebra lombar, sendo pernil pesado por completo contendo a cauda, com a pata sem a unha e sem retoques na gordura e na carne.

Conforme a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959) foram determinadas a extração dos lipídeos da carne *Longissimus dorsi* e do tecido adiposo. As amostras de carne e de tecido adiposo foram descongeladas e após o descongelamento, uma fração de cada corte foram trituradas em microprocessador. Em seguida, foram pesadas ± 5,0 g de cada amostra trituradas em frascos de Erlenmeyer e adicionou – se 12,5 mL de clorofórmio, 25 mL de metanol e 9,5 mL de água ultrapura. Assim que adicionado os reagentes, as amostras foram homogeneizadas em mesa agitadora durante 20 minutos.

Essa mistura ficou em repouso por 16:00 h e em seguida, foi filtrada em filtro de papel para um funil de separação, logo após, foi adicionado mais 12,5 mL de clorofórmio e 12,5 mL de solução de sulfato de sódio a 2 %. Agitou-se a mistura e deixou – se por repouso por duas horas, esse processo formou um sistema bifásico, sendo apenas filtrado os lipídeos em papel filtro, contendo sulfato de sódio anidro e armazenados em frascos de cor âmbar.

Conforme metodologia de Hartman e Lago (1973), foram adicionados entre 40 – 50 mg das amostras de lipídeos em tubos rosqueáveis sendo integralmente evaporados com o auxílio de gás nitrogênio. Após a evaporação, adicionou – se 2,5 mL de NaOH 0,5N em metanol para cada amostra coletada. Em seguida, as amostras foram colocadas em banho – maria por 15 minutos. Após os tubos esfriarem em temperatura ambiente, acrescentou – se 7,5 mL de reagente de esterificação, levando-se novamente ao banho – maria por 10 minutos. Esperou-se os tubos esfriarem novamente e acresceu – se 2 mL de Hexano grau HPLC e 5,0 mL de solução saturada de NaCl (20 %) e agitou – se a amostra e deixou – a em repouso até ocorrer a separação bifásica. As amostras foram transferidas para frascos de cor âmbar, próprio para cromatografia, tampados e congeladas até o momento da injeção em cromatógrafo gasoso.

Para a determinação do perfil dos ácidos graxos nas amostras metiladas, utilizou – se o cromatógrafo gasoso modelo Hewlett 5890 Series II com detector FID (flame ionization detector) e coluna capilar de sílica de 60 m X 0.25 μm (DB – 23).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade utilizando o pacote estatístico SAS (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 02 pode ser observado os dados da avaliação do desempenho, no qual foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0{,}05$) na conversão alimentar e no ganho de peso diário dos suínos, em que os suplementados com ractopamina apresentaram melhor conversão alimentar e maior ganho de peso, seguido dos suplementados com o óleo de cártamo e coco, respectivamente.

Parâmetros	Tratamentos				*p*	CV[1](%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
Consumo diário de ração	3,27	3,14	2,78	3,29	0,20	14,03
Conversão alimentar	3,76[a]	3,09[b]	3,25[b]	3,35[ab]	0,05	11,43
Ganho de peso diário	0,92 [b]	1,06 [a]	0,91[b]	1,01 [ab]	0,05	10,10

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade. [1]: Coeficiente de Variação.

Tabela 02. Avaliação dos dados de desempenho de suínos machos castrados sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco

A ractopamina é um agonista β - adrenénergico que atua nos receptores beta intensificando a taxa de deposição de proteína, agindo no metabolismo do animal, gerando a redução expressiva dos teores de gordura da carcaça, direcionando os nutrientes para funções zootécnicas melhorando assim, os índices de desempenho (Bridi et al., 2002).

Diversos autores descrevem à atuação da ractopamina no tecido muscular esquelético como propensor da hipertrofia celular, isso ocorre em virtude da ação da proteína quinase (PKA) ser ativada pela ractopamina elevando as concentrações do mRNA e de ácido ribonucleico (RNA) das proteínas miofibrilares, elevando desta forma, a síntese de proteínas (Moody et al., 2000; Anderson et al., 2005; Bonaparte et al. 2015).

Da mesma forma, os animais suplementados com o óleo de coco apresentaram similaridade ao resultado obtido pelos animais suplementados com ractopamina para conversão alimentar e ganho de peso diário.

De acordo com Mahan (1991) e Flemming (2010), a resposta para essa similaridade pode estar atribuída ao óleo de coco possuir um menor comprimento de cadeia e a sua

mais alta taxa de absorção ocorrer via corrente sanguínea, comparada com os ácidos graxos de outros lipídeos animais e vegetais, os quais são mais velozmente absorvidos via sistema linfático.

Similar aos dados encontrados, Cera et al (1989) observaram o maior ganho de peso em leitões suplementados com 8% de óleo de coco. Assim como Brustolini et al (2004) observaram melhor ganho diário de peso em marrãs ao utilizar gordura de coco como fonte de energia.

Sanches et al. (2010a) e Oliveira et al. (2013) observaram que a inclusão de ractopamina na dieta não influenciou o consumo diário de ração semelhante aos dados obtidos nessa pesquisa.

Sendo o óleo de cártamo um estimulador da síntese proteica, o resultado obtivo para a variável conversão alimentar pode está correlacionada com a possível estimulo da síntese de proteína (Al – Jaleel, 2002). Esse mesmo autor utilizando níveis crescente de açafrão (0,5 a 1,5%) apresentaram maior conversão alimentar para frangos de corte.

O resultado encontrado para menor ganho de peso diário pode vir de encontro ao apresentado por Jucker *et al*. (1999) e Hsu *et al*. (2006), onde a suplementação da dieta contendo óleo de cártamo na dieta de ratos auxiliou na menor deposição de gordura corporal, levando à redução da lipogênese devido à redução do estímulo da liberação da insulina.

Os resultados referentes às características de qualidade da carcaça encontram-se na tabela 03. Para as variáveis de pH inicial, pH final, temperatura inicial e final, cor, marmoreio e perda de água por gotejamento não foram observadas diferença significativa ($p > 0,05$).

Semelhante a todos os dados obtidos, Bridi et al. (2006), utilizando 10 ppm de ractopamina na suplementação de suínos em terminação não observaram alterações nos valores de pH inicial e final da carne, na temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, grau de marmoreio, maciez da carne, perda de água, cor e frequência de PSE (carne pálida, mole e exsudativa).

Parâmetros	Tratamentos				p	CV (%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
pH Inicial	6,87	6,90	6,76	6,77	0,72	3,61
pH Final	5,97	5,85	5,83	5,90	0,41	2,57
TEMPI (°C)	30,47	29,88	30,07	29,28	0,29	3,43
TEMPF(°C)	19,37	19,32	19,57	19,23	0,86	3,57
Cor	3,00	2,67	2,83	2,83	0,76	18,60
MAR	2,83	3,33	2,50	3,17	0,30	26,60
PAR	1,87	2,03	2,07	2,18	0,82	28,50

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 03. Médias das características de qualidade de carcaça: pH inicial e final, Temperatura Inicial (TEMPI), Temperatura Final (TEMPF), Cor e Marmoreio da carne (MAR) e Perda de Água por Resfriamento (PAR).

Semelhante a todos os dados obtidos, Bridi et al. (2006), utilizando 10 ppm de ractopamina na suplementação de suínos em terminação não observaram alterações nos valores de pH inicial e final da carne, na temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, grau de marmoreio, maciez da carne, perda de água, cor e frequência de PSE (carne pálida, mole e exsudativa).

Para Wood et al., (1994), o pH final da carne pode tender a tornar-se mais elevado em suínos suplementados com ractopamina. Isso ocorre porque os agonistas β - adrenérgicos consomem glicogênio muscular, resultando assim numa menor produção e acúmulo de ácido láctico na carcaça pós - abate. Este fato, contudo, não foi confirmado na presente pesquisa.

Os pesquisadores Agostini et al (2011), Athayde et al. (2011), Silva et al (2013) e Leal et al (2014) também não observaram diferença estatística para as características de pH, similar ao obtido neste trabalho.

Diferentemente, Agostini et al (2011) e Leal et al (2014), utilizando ractopamina na suplementação de suínos observaram efeito linear e quadrático para a variável cor. Já os autores Athayde et al. (2011), Watanabe et al. (2012) e Silva et al (2013) ao usarem ractopamina na dieta de suínos também não observaram diferenças significativas sob os parâmetros de qualidade.

Na análise do peso do coração, fígado, pulmão, rins e intestino, não se constatou diferença significativa ($p > 0,05$) nos animas suplementados com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco em comparação com os que não receberam suplementação (tabela 04). Entretanto, para variável estômago, foi observado que os animais suplementados com óleo de coco obtiveram o menor peso desse órgão ($p \leq 0,05$).

Órgãos	Tratamento				p	CV (%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
Coração	0,30	0,27	0,28	0,28	0,91	24,33
Fígado	1,36	1,51	1,35	1,37	0,59	16,61
Pulmão	0,57	0,56	0,56	0,41	0,29	31,37
Rins	0,25	0,26	0,27	0,23	0,39	18,54
Intestino	3,65	3,73	3,63	3,56	0,92	11,40
Estômago	0,48[ab]	0,49[a]	0,45[ab]	0,41[b]	0,05	12,09

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo Teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 04. Pesos dos órgãos de suínos machos castrados sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco

Podemos atribuir o menor peso do estômago aos animais suplementados com óleo de coco em virtude do mesmo ser rico em ácidos graxos de cadeia média. Segundo Ferreira et al (2003), quando comparamos a metabolismo dos ácidos graxos de cadeia longa ao de cadeia média, constata-se que a hidrólise dos ácidos graxos de cadeia média se inicia no estômago, sendo mais eficiente e completa, a velocidade do trânsito gastrintestinal é mais elevada e a absorção ocorre na porção proximal, sendo mais rápida e mais eficiente.

Segundo Bonaparte et al (2015), os efeitos da ractopamina sob o peso de órgãos e vísceras costumam não serem observados, podendo ocorrer redução no tamanho e peso do fígado. O que não foi observado nessa pesquisa.

A importância em destacar o fígado e os rins na suplementação com ractopamina e óleo de cártamo é a relação desses órgãos com o metabolismo lipídico e proteico e a interferência desse aditivo nesses metabolismos. O aumento absoluto desses órgãos constata que, embora não tenha tido diferença entre os tratamentos utilizados, eles interferem no peso dos órgãos em questão por reduzirem a quantidade de gordura na carcaça, no qual o fígado participa deste metabolismo e, consequentemente, aumentar a deposição proteica, estando os rins diretamente relacionados ao ciclo do nitrogênio.

De forma similar, os autores Sanches et al. (2010b) e Silva et al. (2011) ao avaliarem à utilização da ractopamina sobre os pesos dos órgãos e vísceras, também não observaram diferença no tamanho e/ou peso dos órgãos de pulmões, coração e intestino. Santana et al (2016) utilizando óleo de coco na alimentação de ratas *Wistar* não observaram diferença significativa para o peso de baço, coração, fígado e rins, semelhante aos dados pesquisados nesse trabalho.

Os dados referentes à avaliação de carcaça encontram-se descritos na tabela 05. Houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) na suplementação de óleo de cártamo sobre a medida de espessura de toucinho no ponto 3 (ET3) e ocorreu significância ($p \leq 0,05$) para os animais suplementados com ractopamina para a variável área de olho de lombo (AOL). Para as demais variáveis analisadas não foi constatado efeito significativo.

Segundo Almeida et al (2010), a obtenção da melhor resposta para AOL com a suplementação de ractopamina deve-se ao aumento da síntese proteica nos músculos esqueléticos do animal e da redução do catabolismo aminoácidico. Comparando os dados obtidos para ET3, o óleo de cártamo e a ractopamina apresentaram 2,24 mm e 2,55 mm de espessura respectivamente, sendo os melhores resultados para essa variável.

Quando se usa ractopamina na suplementação de suínos, tal resposta poderá está correlacionada com o aumento da AOL dos animais, comprovando a capacidade da ractopamina proporcionar carcaças com maiores porcentagens de carne (Almeida et al. 2010) assim como, redução da síntese lipídica no tecido adiposo, ao mesmo tempo em que há aumento na síntese de proteína no músculo (Schinckel et al., 2003).

Parâmetros	Tratamentos				p	CV(%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
Rendimento de carcaça	79,22	80,13	79,94	80,47	0,73	2,61
Comprimento carcaça	99,67	99,67	98,17	99,17	0,89	3,78
Peso de pernil	12,50	13,19	12,68	13,02	0,52	6,78
ET1[1]	4,17	4,19	3,66	4,19	0,13	10,79
ET 2	2,81	2,96	2,63	2,66	0,55	15,71
ET 3	2,79[a]	2,55[ab]	2,24[b]	2,73[ab]	0,05	16,09
∑ ET	3,26	3,23	2,85	3,19	0,13	10,13
Profundidade de lombo	5,63	6,28	5,83	6,07	0,21	8,88
Área de olho de lombo	40,34[b]	47,53[a]	43,18[ab]	43,63[ab]	0,05	11,68
Área de gordura	23,32	24,48	18,27	22,48	0,46	31,49
Relação carne:gordura	1,93	2,07	2,50	2,01	0,30	25,54
Rendimento de carne na carcaça fria	65,55	65,49	65,64	65,68	0,70	0,46
Quantidade de carne na carcaça fria	49,41	51,48	49,06	51,06	0,38	0,05
Rendimento de carne	60,40	60,46	60,43	60,45	0,50	0,92
Quantidade de carne na carcaça	48,39	50,76	48,13	50,03	0,45	6,51
P2[2]	1,92	1,67	1,50	1,77	0,34	22,72

Tabela 05. Médias das características da avaliação de carcaça .

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade; 1 ET: espessura de toucinho; 2: P2 é a medição realizada à 6 cm da linha média do corte.

Quando se usa ractopamina na suplementação de suínos, tal resposta poderá está correlacionada com o aumento da AOL dos animais, comprovando a capacidade da ractopamina proporcionar carcaças com maiores porcentagens de carne (Almeida et al. 2010) assim como, redução da síntese lipídica no tecido adiposo, ao mesmo tempo em que há aumento na síntese de proteína no músculo (Schinckel et al., 2003).

E comum encontrar, na literatura, efeitos positivos para uso da ractopamina sobre as características de carcaça como a redução na espessura de toucinho, porcentagem de carne magra na carcaça, aumento na profundidade de músculo, área de olho de lombo e etc (Marinho et al., 2007; Pereira et al., 2008). Confirmando essa informação Sanches et al. (2010a,b), Ferreira et al. (2011), Moura et al (2011), Oliveira et al. (2013), Silva et al. (2015), obteve respostas semelhantes para as variáveis analisadas nesse trabalho, sendo principalmente similar para AOL e ET.

Tal reposta para o óleo de cártamo, pode estar relacionada à sua composição de aproximadamente 70% do ácido linoleico – ômega 6, ácido esse que auxilia na diminuição da gordura corporal pela inibição da enzima lipase lipoprotéica – LPL (Pintão e Da Silva 2008; Lucas et al. 2016)..

Segundo Obsen et al. (2012) se no organismo há uma alta quantidade da enzima LPL, haverá maior concentração de lipídeos armazenados nas células adiposas. Quando ocorre o bloqueio da atividade dessa enzima, a transferência de lipídeos para dentro das células adiposas ficaram inibidas, forçando ao organismo usar seu estoque de gordura como fonte de energia ocasionando o processo de lipólise.

Dessa forma, o óleo de cártamo irá redirecionar os lipídeos presentes na corrente sanguínea para o interior das células adiposas, células essas que tem a função de armazenar a gordura corporal e que constitui o organismo humano em virtude da concentração da LPL (Pintão e Da Silva 2008; Lucas et al. 2016).

Conforme estudo de Belury et al. (2009) em Ohio, o óleo de cártamo tem a propriedade de aumentar o hormônio adiponectina, uma proteína com mais de 247 aminoácidos, que tem a capacidade de queimar gorduras dietéticas que é secretada pelo tecido adiposo. A adiponectina tem um importante papel no metabolismo da glicose e de lipídeos nos tecidos sensíveis à insulina que atua em seres humanos e animais na regulação da obesidade (Belury et al. 2009; Schulze et al. 2014).

Diante dessa informação, podemos verificar a influência do óleo de cártamo na atuação da redução da lipogênese e aumento da lipólise, na capacidade de diminuição da esterificação de ácidos graxos em triglicerídeos e por fim, interferir na diferenciação dos adipócitos (Hayashi et al, 2002).

Park et al (1997), analisaram a composição corporal de camundongos suplementados com óleo de cártamo e obtiveram aumento de 5 a 14% da massa corporal magra e uma redução em torno de 57 a 60% de gordura corporal. Norris et al (2009) ao utilizar óleo de cártamo em 25 mulheres portadoras de diabetes tipo 2 observaram a redução da massa

adiposa do tronco e o aumento da massa magra. Schulze et al. (2014) ao utilizar óleo de cártamo em mulheres com excesso de peso que praticavam atividade física, quando suplementadas por 60 dias verificaram a redução significativa na medida de circunferência abdominal.

Chen et al. (2010) observaram redução do peso de gordura ao compararem ratos tratados com dieta controle com óleo de milho e dieta rica em frutose e óleo de coco. Hann et al (2014) realizam um estudo envolvendo 40 mulheres para verificação dos efeitos do óleo de coco sobre o perfil antropométrico e bioquímico e a redução de gordura abdominal e não observaram evidências que assegurem essa eficiência da utilização do óleo de coco para o fim proposto.

Assunção et at., (2009), realizaram no Brasil, um ensaio clínico e observaram que no grupo que consumiu o óleo de coco tiveram um aumento do HDL – Colesterol, redução da circunferência da região abdominal e redução da relação LDL : HDL.

Na tabela 06 encontra-se à análise do perfil dos ácidos graxos analisado no tecido adiposo. Apenas os ácidos graxos mirístico (C:14) e elaídico (C18:1n9t) apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Ácidos graxos	Tratamentos				*p*	CV(%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
C12:0	0,21	0,20	0,16	0,30	0,33	59,10
C14:0	1,47[a]	1,32[b]	1,33[b]	1,49[a]	0,05	6,27
C16:0	19,09	19,16	17,36	17,55	0,77	21,27
C16:1	1,76	1,52	1,59	1,78	0,24	15,27
C18:1 (C18:1n9c)	33,51	33,97	32,96	33,01	0,77	5,61
C18:1 (C18:1n9t)	0,22[ab]	0,19[b]	0,21[ab]	0,27[a]	0,05	25,41
C18:2 (C18:2n6c)	18,84	18,51	19,89	19,13	0,77	12,39
C18:2 (C18:2n6t)	0,24	0,25	0,22	0,21	0,69	30,59
C18:3 (C18:3n6)	0,41	0,41	0,48	0,49	0,86	45,67
C20:4 (C20:4n6)	2,13	2,48	2,66	2,73	0,33	23,24
∑AGS	20,77	20,68	18,86	19,33	0,78	19,47
∑AGI	57,12	54,09	54,74	57,62	0,48	8,19
AGI:AGS	2.78	2,76	3,04	3,10	0,78	24,58

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 6. Composição dos ácidos graxos do tecido adiposo de suínos sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco.

Os animais alimentados com a ração basal e suplementados com o óleo de coco apresentaram a maior concentração de ácido mirístico. Já os animais alimentados com ração basal e suplementados com ractopamina e óleo de cártamo apresentaram a menor concentração de ácido elaídico, diferente dos animais suplementados com óleo de coco.

Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia – SBC (2013), quando se trata de gordura saturada, especialmente o ácido láurico (C 12:0), ácido mirístico (C 14:0) e palmítico (C 16:0) apresentam um grande potencial em elevar LDL-C, bem como HDL-C, sendo conhecidos como hipercolesterolêmicos. Da mesma forma, Micha e Mozaffarian (2010) ao realizarem uma metanálise observaram que o C 12:0 é o que mais eleva a fração do LDL-c, seguido do C 14:0 e C 16:0, respectivamente.

Segundo Abbey et al (1994) os ácidos graxos trans tem a capacidade de elevar a atividade da proteína de transferência do éster de colesterol – CETP, que por sua vez, eleva a concentração do colesterol VLDL e reduz a concentração de HDL, podendo assim favorecer o desenvolvimento de aterosclerose.

A SBC (2013) relata que a ingestão de gordura trans e saturadas está classicamente relacionada ao risco de doenças cardiovascular como à elevação do LDL-c plasmático no organismo. Sendo assim, utilizar óleo de coco na alimentação de suínos em terminação poderá ser prejudicial aos índices hipercolesterolêmicos, tornando essa suplementação indesejada.

Assim como observado na avaliação de outros parâmetros, o óleo de cártamo apresentou resultados quase que idênticos para a concentração de o ácido graxo mirístico e elaídico, confirmando mais uma vez a sua similaridade com a ractopamina. Salientando que a menor concentração desses ácidos graxos em sua composição é benéfica para o organismo humano.

Lauridsen et al. (1999), utilizando a suplementação de óleo de coco na alimentação de suínos em terminação obtiveram elevação dos níveis de C 12:0 e C 14:0 no tecido adiposo, similar ao observado nesse estudo.

Para a ractopamina, diversos autores optam pela utilização do músculo *Longissimus dorsi,* em detrimento dele possuir seu crescimento tardio em comparação com os demais músculos, podendo demostrar melhores efeitos sobre a suplementação empregada em pesquisas. Já o óleo de cártamo, as pesquisas com ratos, camundongos, hamsters e suínos são voltadas para os parâmetros lipídicos plasmáticos e séricos, de desempenho e qualidade da carcaça, tornando – se inovador os dados obtidos sob o perfil de ácidos graxos no tecido adiposo de suínos em terminação.

Os dados referentes à análise de perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* encontraram-se na tabela 07. Foi observado efeito significativo ($p \leq 0{,}05$) para o ácido graxo palmitoleico (C16:1) com a suplementação de óleo de coco, e ocorreu efeito positivo para o ácido graxo oleico (C18:1 *cis*) e elaídico (C18:1 *trans*) sob a suplementação com óleo de cártamo.

Sendo o ácido graxo palmitoleico monoinsaturado, rico em ω – 7, ele não é sintetizado pelo organismo humano, sendo necessário sua suplementação via dieta. Existem diversas controvérsias sobre seus benefícios e malefícios, ele vem sendo estudado por diversos autores que buscam obter novas informações e reconhecer esse novo ômega. (Nestel et al, 1994; Mozaffarian et al, 2010; Fabbrini et al 2011; De Fabiani, 2011).

Nestel et al, (1994) ao avaliarem os efeitos de dietas ricas em diversos ácidos graxos sobre os parâmetros plasmáticos lipídicos de 34 homens hipercolesterolêmicos demonstraram que uma dieta rica em ácido palmitoleico afeta negativamente a homeostase do colesterol, levando ao aumento do colesterol LDL e à diminuição do colesterol HDL, comportando se como um ácido graxo saturado invés de um monoinsaturado.

Ácidos graxos	Tratamentos				p	CV(%)
	Ração basal	Ractopamina	Óleo de Cártamo	Óleo de Coco		
C12:0	0,10	0,10	0,10	0,11	0,73	12,87
C14:0	1,16	1,14	1,29	1,28	0,34	14,38
C16:0	23,41	24,27	24,99	24,71	0,30	6,02
C16:1	2,58[b]	2,74[ab]	2,82[ab]	3,25[a]	0,05	16,81
C18:1 (C18:1n9c)	32,70[b]	34,70[ab]	38,79[a]	36,63[ab]	0,05	12,83
C18:1 (C18:1n9t)	0,19[a]	0,17[ab]	0,07[b]	0,13[ab]	0,05	55,68
C18:2 (C18:2n6c)	14,24	13,35	10,90	11,54	0,23	23,84
C18:2 (C18:2n6t)	0,15	0,16	0,16	0,15	0,86	15,58
C18:3 (C18:3n6)	0,48	0,44	0,53	0,48	0,76	27,15
C20:4 (C20:4n6)	3,13	2,84	2,09	2,42	0,33	38,46
∑AGS	24,66	25,51	26,38	26,09	0,31	6,35
∑AGI	53,47	54,39	138,13	54,59	0,41	134,96
AGI:AGS	2,18	2,14	2,10	2,10	0,65	5,91

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 7. Composição dos ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de suínos sob suplementação com ractopamina, óleo de cártamo e óleo de coco.

De Fabiani (2011), relata que quando ácido palmitoleico atua na promoção da lipogênese no tecido adiposo, não terá um papel negativo, uma vez que, se bem regulado, o armazenamento de gordura no lugar certo protege outros tecidos e órgãos da lipotoxicidade. Cao et al. (2008) observaram que o ácido palmitoleico derivado de adipose (16: 1n7) estabeleceu um papel como uma lipoquina que regula o metabolismo dos lipídios.

Segundo descrito por diversos autores, o ácido palmitoleico foi recentemente apontado como um hormônio lipídico, descrito como lipocina que é secretado e sintetizado pelo tecido adiposo, atuando como sinal hormonal em órgãos como fígado e pâncreas, no tecido corporal elevando à sensibilidade a insulina, assim como modulando os processos inflamatórios e metabólicos deste tecido e órgãos, além de atuar no controle do metabolismo sistêmico, metabolismo dos lipídeos e glicose (Dimopoulos et al. (2006); Diakogiannaki et al, 2007; Cao et al, 2008; Queiroz et al 2009; Yang et al. (2011); Bolsoni-Lopes et al 2014).

Existe evidências que o C 16:1 pode auxiliar na perda de peso, Power et al., (1997) da Universidade de Oxford, observaram que o ácido palmitoleico, é utilizado por enzimas especificas para o controle da oxidação da gordura. Levando os autores concluírem que se fossem fabricados óleos para conter uma quantidade elevada de C16:1, poderia ser útil para prevenção da obesidade.

Ao analisarem o ácido palmitoleico atuando na homeostase metabólica em humanos, Hiraoka-Yamamoto et al. (2004) descreveram redução do peso corporal, índice de massa corporal e concentrações séricas de colesterol total e o LDL de mulheres japonesas jovens.

Bolsoni-Lopes et al.(2014) analisando os efeitos e mecanismo do ácido palmitoleico sob absorção e metabolismo da glicose e adipócitos observaram à potencialização do fluxo metabólico das vias energéticas ao mesmo tempo que ocorreu a inibição das vias de armazenamento energético. Os mesmos autores indicaram o C 16:1 como regulador da lipólise via mecanismo dependente da PPARα.

Na avaliação da composição do músculo *Longissimus dorsi,* observou-se que o enriquecimento do corte com ω – 9 através da suplementação de óleo de cártamo e redução do ácido graxo elaídico, ácido graxo trans que é um dos precursores no desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Podemos também observar que o óleo de coco e a ractopamina obtiveram similaridade com os valores obtidos para o tratamento T3.

Sabendo dos benefícios do ômega 9, ele tornou – se crucial para o organismo animal, mesmo que desempenhando um papel coadjuvante em relação aos ácidos graxos essenciais. Acima de tudo, o ômega 9 tem um efeito positivo sobre a saúde como a diminuição dos níveis de colesterol e promove respostas saudáveis à inflamação no interior do corpo, incluem a redução das artérias, redução da resistência à insulina, melhora da função imunológica, e fornece proteção contra certos tipos de câncer (Kien et al. 2013; Alegre et al 2013; Gene, 2014)

Diferente do encontrado nessa pesquisa, Silva et al (2013) não observaram efeito significativo para ácido palmitoleico, oleico e elaídico. Mitchaothai et al. (2008) ao avaliaram a composição de ácidos graxos da carne de suínos, encontraram maior concentração de ácido linoleico (C18:2 n-6) nos tecidos adiposos e lombo dos animais alimentados com a dieta com 5 % óleo de girassol.

Rossi et al. (2010), ao analisar o músculo *Longissimus dorsi* utilizando até 20 % de ractopamina e até 500 ppm de extrato cítrico não observaram à presença do ácido

graxo elaídico e constataram o aumento na quantidade de ácido linoleico. Brestenský et al. (2016), ao utilizar óleo de linhaça, inulina e castanha da Índia sobre os conteúdos dos ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi,* observaram maior concentração de *ácido α-linoleico para os animais suplementados com óleo de linhaça.*

Em estudo realizado por Watanabe et al. (2012), ao utilizarem níveis crescentes de ractopamina (0 a 15 mg), não observaram efeito sobre a composição em ácidos graxos saturados e insaturados, e sobre a relação entre ácidos graxos saturados:instaurados.

CONCLUSÃO

Conclui – se que os animais suplementados com óleo de cártamo apresentaram dados expressivos sobre desempenho, avaliação de carcaça e perfil de ácidos graxos tanto no tecido adiposo como no músculo *Longissimus dorsi*.

Sabendo que a ractopamina é proibida em diversos países como a China, Rússia e União Europeia encontrar um substituto, que é aceito nesses países, que traga efeitos similares e/ou melhores resultados abre as portas do mercado brasileiro para novos horizontes.

Dessa forma, recomenda-se a utilização do óleo de cártamo em substituição a ractopamina, por apresentar melhor conversão alimentar, reduzir a espessura de toucinho e promover o enriquecimento da carne com ω-9.

REFERÊNCIAS

Abbey M, Nestel PJ (1994). “Plasma cholesteryl ester transfer protein activity is increased when trans-elaidic acid is substituted for cis-oleico acid in the diet”. *Atherosclerosis* 106 (1): 99-107. doi: 10. 1016 / 0021-9150 (94) 90086-8

Alegre, M.M.; Knowles, M.H.; Robison, R.A.; O’Neill, K.L. Mechanics behind breast cancer prevention – focus on obesity, exercise and dietary fat. Asian Pac J Cancer Prev. 2013;14(4):2207-12.

Al-Jaleel, R. A. Use ofturmeric (Curcuma longa) ontheperformanceand some physiologicaltraitsonthebroiler diets.**The IraqiJournalofVeterinary Medicine**, Baghdad, 2012; v. 36(1): 51-57.

Almeida, V. V.; Berenchtein. B.; Costa, L.B. Tse, M. L. P.; Braz. D.B.; Miyada, V. S. Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. Revista Brasileira de Zootecnia. v.39, n.9, p.1969-1977, 2010.

American meat science association. Meat evaluation Handbook. Savoy: – **AMSA**, 2001. P.83-116.

ANDERSON, D.B.; MOODY, D.E.; HANCOCK, E.D.L. Beta AdrenergicAgonist. In: W. G. P. A. W. Bell (ed.) **Encyclopedia of Animal Science**. p.104-107, 2005.

Athayde, N. B.; Dalla Costa, O. A.; Roça, R. O.; Guidoni, A. L.; Klein, E. L.; Ajala, L. C.; Silva, D. Parâmetros fisiológicos do estresse e lesões de suínos suplementados com ractopamina em condições de produção comercial, Embrapa Suínos e Aves, Comunicado técnico, 2011.

Belury, M.; Norris, L.; Collene, A.; Asp, M.; Liu, Li-Fen.; Richardson, J.; Hsu, J.; Li, D.; Osei, K.; Jackson, R.; Bell, D. Two dietary oils, two sets of benefits for older women with diabetes. Ohio State's Clinical Research Center. Disponível em: http://researchnews.osu.edu/archive/bodycomp.htm. Acesso em: 18 fev 2017.

Berenchtein, B.; Costa, L. B.; Braz, D. B.; Almeida, V. V.; Tse, M. L. P.; Miyada, V.S. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação, Revista Brasileira de Zootecnia, v,39, n,7, p,1491-1496, 2010,

Bertol, T. M.; Ludke, J. V.; Campos, R. M. L.; Kawski V. L.; Cunha Junior, A.; Figueiredo, E. A. P. Inclusion of grape pomace in the diet of pigs on pork quality and oxidative stability of omega-3 enriched fat. Ciência Rural, Santa Maria, v.47: 04, e20150358, 2017.

Bolsoni-Lopes, A.; et al . Palmitoleic acid (n-7) increases white adipocytes GLUT4 content and glucose uptake in association with AMPK activation. Lipids in **Health and Disease**, v. 13, p. 199, 2014.

Bonaparte, T. P.; et al. Uso de agonistas β-adrenergéticos na alimentação suína. In: Moreira, G. R.; Martins, C. B; Deminicis, B.B. (org). Tópicos especiais em Ciência Animal III. Alegre, ES : CAUFES, 2015. p. 278 – 287.

Bragagnolo e Rodriguez-Amaya, Determinação de colesterol em carnes: comparação de um método colorimetrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 60, p.53-57, 2002.

Bridi, A, M,; Silva, C, A; Shimokomaki, M, Uso da ractopamina para o aumento de carne na carcaça do suíno, *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v, 1, n, 307, p, 91-94, 2002,

Bridi, A,M,; Oliveira, A.R.; Fonseca, N.A.N.; Shimokomak, M.; Coutinho, L. L.; Silva, C. A. Efeito do genótipo halotano da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. Revista Brasileira de Zootecnia, v,35, n,5, p,2027-2033, 2006.

Bruno, Gene. Omega-9 Fatty Acids. Vitamin Retailer Magazine. August, p. 37-38. 2014.

Brustolini, P,C, Silva, F.C.O.; Donzele, J.L.; Veloso, J.A.F.; Fontes, D.O.;. Kill, J.L. Efeitos de fontes lipídicas e níveis de energia digestível sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de marrãs. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v,56, n,4, p,511-521, 2004

Cao, H.; et al. Identification of a lipokine, a lipid hormone linking adipose tissue to systemic metabolism. **Cell** 134: 933–944, 2008.

Cera, K. R.; Mahan, D. C.; Reinhart, G. A. Apparent fat digestibilities and performance responses of post weaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. Journal of Animal Science, Champaign, v, 67, n, 8, p, 2040-2047, 1989.

Chen C.; Crott, J.; Zhenhua L.; Smith, D. E. Fructose and saturated fats predispose hyperinsulinemia in lean male rat offspring. Eur J Nutr 2010;49:337-43.

Codex Alimentarius. Codex Alimentarius. 2012. Disponível: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Ractopamine_info_sheet_Codex-JECFA_rev_26April2012__2_.pdf. Acesso em: janeiro de 2017.

De Fabiani, E. The true story of palmitoleic acid: Between myth and reality. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.** 2011, 113, 809–811 DOI: 10.1002/ejlt.201100187.

Diakogiannaki, E.; et al. Mechanisms involved in the cytotoxic and cytoprotective actions of saturated versus monounsatudated long-chain fatty acids in pancreatic beta-cells. **J Endocrinol.** 2007;194(2):283-91.

Dimopoulos, N.; et al. Differential effects of palmitate and palmitoleate on insulin action and glucose utilization in rat L6 skeletal muscle cells. Biochem. J. 2006;399 (3):473-81.

Fabbrini, E.; et al., Insulin sensitivity is not associated with palmitoleate availability in obese humans. **J. Lipid Res**. 2011, 52, 808–812.

Fávero, J. A. Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno, In: Congresso Latino Americano De Suinocultura, 1, 2002, Foz do Iguaçu, Anais. Foz do Iguaçu: Porkworld, 2002, p, 56-66

Feranil, A. B.; Duazo, P. L.; Kuzawa, C.W.; Adair, L. S. Coconut oil predicts a beneficial lipid profile in pre-menopausal women in the Philippines, Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, v, 20, n, 2, p, 190-195, 2011,

Ferreia, M. S. S.; Sousa, R. V.; Silva, V.O.; Zangerônimo, M. G.; Amaral, N. O. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. Acta Scientiarum, Animal Sciences Maringá, v, 33, n, 1, p, 25-32, 2011.

FERREIRA, A. M. D. Barbosa, P. E. B.; Ceddia, R. B. A influência da suplementação de triglicerídeos de cadeia média no desempenho em exercícios de ultra-resistência. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Niterói, v. 9, n. 6, p.110-123, nov. 2003.

Flemming, J.S. Alimentação de recém-natos: suplementação energética, Ergomix, 2010.

Hann, V. B.; *Martins, M.S.; Dias, R. L.* Termogênicos: uma revisão sistemática sobre o uso de óleo de coco, óleo de cártamo e CLA. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo. v. 8. n. 43. p.10-19. Jan/Fev. 2014. ISSN 1981-9927.

Hayashi, A. A.; Lanna, D. P.; Medeiros, S. R. Effects of Conjugated Linoleic Acid (CLA) on milk fatty acid profiles and activities of lipogenic enzymes in the mammary gland, liver and adipose tissue of lactating rats. Journal of Animal Science/ Journal of Dairy Science, v. 80/85, p. 10-10, 2002.

Hiraoka-Yamamoto, J.; et al. Serum lipid effects of a monounsaturated (palitoleic) faty acid-rich diet based on macadamia nuts in healthy, young Japanese women. Clin Exp Pharmacol Physiol. 2004; 31 Suppl 2: S37-8.

HSU, S. C., HUANG, C. J. Reduced fat mass in rats fed a high oleic acid- rich safflower oil diet is associated with changes in expression of hepatic PPAR_ and adipose SREBP-1c-regulated genes. Journal of Nutrition, v. 136, pp. 1779-85, 2006.

Hsu, S. C.; Huang, C. J. Reduced fat mass in rats fed a high oleic acid-rich safflower oil diet is associated with changes in expression of hepatic PPARalpha and adipose SREBP-1c-regulated genes. Journal of Nutrition, v, 136, n, 1, p, 1779-1785, 2006.

Jucker, B. M.; et al. Differential effects of safflower oil versus fish oil feeding on insulin-stimulated glycogen synthesis, glycolysis, and pyruvate dehydrogenase flux in skeletal muscle: a 13C nuclear magnetic resonance study.Diabetes, v. 48, n. 1, pp. 134-40, 1999.

Kien, C.L.; Bunn, J.Y.; Poynter, M.E.; Stevens, R.; Bain, J.; Ikayeva, O.; Fukagawa, N. K.; Champagne, C.M.; Crain, K. I.; Koves, T.R.; Muoio, D. M. A lipidomics analysis of the relationship between dietary fatty acid composition and insulin sensitivity in young adults. Diabetes. 2013 Apr;62(4):1054-63.

Lauridsen, C.; Andersen, G.; Andersson, M.; Danielsen, V.; Jakobsen, R. E. K. Effect of dietary fish oil supplied to pigs from weaning to 60 kg liveweight on performance, tissue fatty acid composition and palatability of pork when slaughtered at 100 kg liveweight. Journal of Animal and Feed Sciences, 8, 1999, 441 – 456.

Lucas, R. R.; Pereira, F. F.; Santos Júnior, A. F.; Cavalcanti, B. C.; Nobre Júnior, H. V.; Silva, G. R.; Magalhães, H. I. F. Fitoterápicos aplicados à obesidade. DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 473-492, 2016.

Mahan, D. C. Efficacy of initial postweaning diet and supplemental coconut oil or soybean oil for weanling swine, Journal of Animal Science, Champaign, v, 69, n, 4, p, 1397-1402, Apr, 1991.

Marinho, P.C.; Fontes, D. O.; Silva, F. C. O.; Silva3, M. A.; Pereira, F. A.; Arouca. C. L. C. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36. p.1061-1068, 2007.

Marques, A. C. Dragano, N. R. V.; Maróstica **Júnior, M. R.** Redução do peso e da glicemia resultante da suplementação de ácido linoleico conjugado e fitosteróis à dieta hiperlipídica de camundongos. Ciência Rural, Santa Maria, v,42, n,2, p,374-380, fev, 2012.

Micha, R. and Mozaffarian, D. Saturated fat and cardiometabolic risk factors, coronary heart disease, stroke, and diabetes: a fresh look at the evidence. Lipids. 2010:45(10):893-905.

Mitchaothai, J,; Everts, H.; Yuangklang, C.; Wittayakun, S.; Vasupen, K.; Wongsuthavas. S.; Srenanul, P.; Hovenier, R.; Beynen, A. C. Meat quality, digestibility and deposition of fatty acids in growing-finishing pigs fed restricted, iso-energetic amounts of diets containing either beef tallow or sunflower oil. Association of animal production societies, v,21, n,7, p,1015– 1026, 2008.

MOODY et al. Phenethanolamine repartitioning agents. In: J. P. F. D'Mello (ed.) **Farm animal metabolism and nutrition**. CAB International, WallingfordOxon, UK. p.65-96. 2000.

Moura, M. S.; Kiefer, C.; Silva, C. M.; Santos, A. P.; Fantini, C. C.; Lucas, L. S. Energia liquida e ractopamina em leitoas em terminação sob altas temperaturas ambientais. Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.5, p.888-894, mai, 2011.

Mourot, J.; Aumaitre, A.; Mounier, A.; Peiniau, P.; François, A. C. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. Livestock Production Science, v. 38, p. 237-244, 1994.

Mozaffarian, D.; et al., Circulating palmitoleic acid and risk of metabolic abnormalities and new-onset diabetes. **Am. J. Clin. Nutr**. 2010, 92, 1350–1358.

Nestel, P.; Clifton, P.; Noakes, M. (1994). Effects of increasing dietary palmitoleic acid compared with palmitic and oleic acids on plasma lipids of hypercholesterolemic men. J Lipid Res. 1994. April 35 (4): 656-62.

Norris, L.E.; Collene, A.L; Asp, M.L.; Hsu, J.C.; Liu, L.F.; Richardson, J.R.; Li, D.; Bell, D.; Osei, K.; Jackson, R.D.; Belury, M.A. Comparison of dietary conjugated linoleic acid with safflower oil on body composition in obese postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus. Am. J. Clin. Nutr., v. 90, p. 468–476, 2009.

Obsen, T.; Faergeman, N.J.; Chung, S.; Martinez, K.; Gobern, S.; Loreau, O.; Wabitsch, M.; Mandrup, S.; McIntosh, M.. Trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid decreases de novo lipid synthesis in human adipocytes. The Journal of Nutritional Biochemistry 2012; 23(6):580–590.

Oliveira, B. F.; Kiefer, C.; Santos, T. M. B.; Garcia, E. R. M.; Marçal, D. A.; Abreu, R. C.; Rodrigues, G. P. Período de suplementação de ractopamina em dietas para suínos machos castrados em terminação. Ciência Rural, v. 43, n.2, fevereiro, 2013.

Park, S. W.; Seo, S. H.; Chang, M.B.; Shin, I. S.; Paik, I. K. Evaluation of soybean oil as a lipid source for pig diets, 2009, Association of animal production societies, V,22, n,9 p,1311-1319, 2009.

Pereira, F.A.; Fontes, D.O.; Silva, F.C.O.; Ferreira, W.M.; Lanna, A.M.Q; Corrêa, G.S.S.; Silva, M.A.; Marinho, P.C.; Arouca, C.L.C.; Salum, G.M. Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.4, p.943-952, 2008.

Pintão, A. M. And Da Silva, I.F. A Verdade Sobre O Açafrão . In: Workshop Plantas Medicinais e Fitoterapêuticas nos Trópicos [Internet]. Cuétara: IICT /CCCM; 2008. p. 19.

Power, G.W.; Cake, M.H.; Newsholme E.A. (1997) influence of diet on the activity of carnitine palmitoyltransferase 1 toward a range of acyl CoA esters. Lipids 32: 31-37.

Queiroz, J. C. F.; et al. Controle da adipogênese por ácidos graxos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia,** São Paulo, v. 53, n. 5, p.582-594, jul. 2009.

ROPPA, L. Atualização sobre os níveis de colesterol, gordura e calorias da carne suína. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, n,36, 1999, Anais Sociedade Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre, RS, 1999, [online], 2006, Disponível em: www,sips,com,br/manual_download,php?id_arquivo=274&, Acesso em: 20 fevereiro, 2017.

Rosa, R. A.; Kiefer, C.; Souza, K. M. R.; Marçal, D. A.; Caramori Júnior, J. G.; Abreu, R. C.; Lino, K. Á. Ractopamina em dietas com ajustes nutricionais para suínos machos castrados em terminação sob clima quente, Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v,10, n,1, p,159-164, 2015, DOI:10,5039/agraria,v10i1a3485

Rossi, C. A. R.; *Lovatto, P. A.; Lehnen, C. R.; Andretta, I.; Ceron, M. S.; Lovato G. D.* Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo extratos cítricos e ractopamina: Características químicas e perfil de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi.* Ars veterinária. Jaboticabal, SP, v. 26, n. 2, p. 95-103, 2010.

Sanches, J. F.; Kiefer, C.; Carrijo, A. S.; Moura, M. S.; Silva, E. A.; Santos, A. P. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. Revista Brasileira Zootecnia, Viçosa, MG, v. 39, n.7, p. 1523-1529, 2010b.

Sanches, J.F.; Kiefer, C.; Moura, M. S.; Silva, C. M.; Luz, M. F.; Carrijo, A. S. Niveis de ractopamina para suinos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico, Ciência Rural, v,40, n,2,p,403-408, fev, 2010a.

Santana, L. F.; Cordeiro, K. W.; Soares, F. L. P.; Freitas, K. C. Coconut oil increases HDL-c and decreases triglycerides in *wistar* rats. Acta Scientiarum. Health Sciences, [s.l.], v. 38, n. 2, p.185-190, 30 set. 2016. Universidade Estadual de Maringa. http://dx.doi.org/10.4025/actascihealthsci.v38i2.28775.

Santos R.D., Gagliardi A.C.M., Xavier H.T., Magnoni C.D., Cassani R ., Lottenberg A.M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. Arq Bras Cardiol. 2013;100(1Supl.3):1-40.

Schinckel, A. P.; Li, N.; Richert, B. T.; Preckel, P. V.; Einstein, M. E. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. Journal of Animal Science, v.81, n.5, p.1106-1119, 2003.

Schulze, B. N.; *Schultz, C.; Ulbrich, A. Z.; Bertin, R. L.* Efeito da Suplementação de Óleo de Cártamo sobre o Perfil Antropométrico e Lipídico de Mulheres com Excesso de Peso Praticantes de Exercício Físico. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde,** Teresina, Pi, v. 18, n. 4, p.89-96, jan. 2014.

Silva, E, A,; Kiefer, C.; Moura, M. S.; Bünzen, S.; Santos, A. P.; Silva, C. M.; Nantes, C. L. 2011, Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente, Ciência Rural, v,41, n,2, p, 337 – 342, 2011,

Silva, R. A. M.; Pacheco, G. D.; Agostini, P.S.; Vinokurovas, S. L.; Oliveira, E. R.; es Gavioli, D. F.; Lozano, A. P.; Bridi. A. M.; Silva, C. A. Performance, carcass and meat quality of pigs fed diets with antioxidants and ractopamina. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3971-3982, 2013

Torrent, J. Óleos funcionais: uma alternativa como promotor de crescimento. Boletim APAMVET, v. 5, n. 5 p. 20-21. 2014.

Watanabe, P. H.; et al. Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, v, 64, n, 5, p, 1381-1388, 2012,

Wood, J. D.; Wiseman, J.; Cole, D. J. A. 1994, Control and manipulation of meat quality, In: Cole, D,J,A,, Wiseman, J, and Varley, M,A, (Eds,), Principles of pig science, Nottingham University Press, London, 78: 446-448.

Yang, Z. H.; Miyahara, H.; Hatanaka, A. Chronic administration of palmitoleico acid reduces insulin resistance and hapatic lipid accumulation in KK – Ay Mice with genetic type 2 diabetes. **Lipids Health Dis**. 2011; 10:120.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CARNE DE PEQUENOS RUMINANTES

Data de submissão: 26/01/2024 *Data de aceite: 01/03/2024*

Claudete Maria da Silva Moura
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Santa Inês
Santa Inês – Bahia
http://lattes.cnpq.br/3611428668104273

Ana Sancha Malveira Batista
Universidade Estadual Vale do Acaraú
Sobral – Ceará
http://lattes.cnpq.br/8936665173123509

Glayciane Costa Gois
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha - Maranhão
http://lattes.cnpq.br/4306037261876678

RESUMO: A carne é considerada um dos alimentos de melhor composição nutricional. Possui proteínas de alto valor biológico tanto no aspecto qualitativo como quantitativo. No entanto, alguns fatores podem mudar a qualidade da carne, desde o manejo produtivo dos animais como também os processos de abate e de conservação da carne. A preocupação com a qualidade da carne consumida aumentou e os consumidores exigem alimentos com qualidade. Os atributos sensoriais: sabor, suculência, textura, maciez e aparência, associados a carcaças com pouca gordura e muito músculo, são características que definem a qualidade da carne. Objetivou-se com essa revisão destacar as qualidades físico-químicas da carne de pequenos ruminantes.

PALAVRAS-CHAVE: capacidade de retenção de água; composição centesimal; produto de origem animal

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MEAT FROM SMALL RUMINANTS

ABSTRACT: The meat is considered one of the best nutritional composition of foods. It has high biological value proteins in both the qualitative and quantitative aspect. However, some factors may change the quality of the meat from the productive handling of animals but also the slaughtering process and storage of the meat. Concern about the quality of the meat consumed increased and consumers demand food quality. The sensory attributes: flavor, juiciness, texture, tenderness and appearance, associated with carcasses with little fat and muscle, are characteristics that define the quality of the meat. The objective of this review highlight the physicochemical qualities of small ruminant meat.

KEYWORDS: *water holding capacity;* product of animal origin; *proximate composition*

INTRODUÇÃO

A qualidade da carne sempre foi importante para o mercado consumidor, e é uma preocupação para a indústria da carne. Como a demanda dos consumidores por carne de alta qualidade tende a aumentar na maioria dos países, a indústria da carne deve consistentemente produzir carne de qualidade, saudável e seguro para o consumidor. A fim de produzir carne de alta qualidade, é necessário compreender as características de características de qualidade de carne e fatores de controlá-los (GROOT, 2021).

A carne é um dos alimentos mais importantes na alimentação humana e em alguns países é considerado um produto indispensável, com elevadas taxas de consumo, fornecendo quantidades importantes de proteínas, ácidos graxos, vitaminas, minerais e outros compostos bioativos (GEBREMARIAM, 2022; LEROY et al., 2023). Possui proteínas de alto valor biológico tanto no aspecto qualitativo como quantitativo. Rica em aminoácidos essenciais, de forma balanceada, supre aproximadamente 50% das necessidades diárias de proteína do ser humano (URSACHI, 2020; GEIKER, 2021), servindo para a produção de energia, para a produção de novos tecidos orgânicos e para a regulação dos processos fisiológicos, respectivamente, a partir das gorduras, proteínas e vitaminas constituintes dos cortes cárneos (AHMAD et al., 2018).

A qualidade da carne que chega ao mercado consumidor depende de alguns fatores durante o processo de produção nas propriedades rurais e das técnicas após o abate. Os consumidores exigem alimentos com qualidade, além de certificados confiáveis que atestem e garantam a existência dessas características de qualidade nos alimentos adquiridos (MOTTIN et al., 2019). Os atributos mais importantes que afetam a qualidade da carne são a maciez, suculência, cor e sabor. Essas características são influenciadas pela idade, raça, quantidade e solubilidade do colágeno, comprimento do sarcômero das miofibrilas, força iônica, extensão da degradação das proteínas miofibrilares e tratamentos pré e pós abate (LÓPEZ-PEDROUSO et al., 2020; IVANOV, 2023).

Abordaremos nessa revisão as principais características de qualidade da carne de pequenos ruminantes.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CARNE

A qualidade da carne pode ser avaliada pela composição química, estrutura morfológica, propriedades físicas, qualidades bioquímicas, valor nutritivo, propriedades sensoriais, contaminação microbiológica, qualidade higiênica e propriedades culinárias (GELETU et al., 2021). As propriedades físicas das carnes se referem aos parâmetros de cor, pH, capacidade de retenção de água, resistência ao corte, perdas na cocção, firmeza, textura, suculência e maciez (BARRETO et al., 2022). Estas características têm grande influência não só nos aspectos sensoriais da carne, mas principalmente, nos processos tecnológicos que utilizam a carne para o preparo de produtos derivados, como embutidos, carnes salgadas, produtos defumados, etc. (GÓMEZ et al., 2020).

pH

O pH é uma característica da carne associada as condições do manejo pré abate, abate, excitabilidade do animal, potencial glicolítico do músculo e a temperatura de arrefecimento das carcaças. A queda do pH e da temperatura da carcaça durante o *rigor mortis* influenciam a qualidade da carne, sendo a velocidade do *rigor* controlada pela reserva de glicogênio, pH e temperatura do músculo (ADEYEMI e SAZILI, 2014). Quando os animais sofrem estresse antes do abate como transporte de animais ao frigorífico, maus tratos por indivíduos não treinados e tempo de jejum, dentre outros, a condição do músculo em armazenar o glicogênio é influenciada diretamente, resultando em um pH final mais elevado (CARRASCO-GARCÍA et al., 2020).

O pH da carne é considerado um parâmetro de grande relevância no que se refere a qualidade da carne, já que pode influenciar as características de cor, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, perda de peso por cocção, além das propriedades sensoriais (maciez, suculência, flavor, aroma e cor) (GELETU et al., 2021; GEBREMARIAM, 2022). O pH do músculo, ao abate, está em torno de 6,8 e, em condições ideais, e cai para 5,5 após o resfriamento. A carne com pH ideal possui cor vermelha brilhante, enquanto que a mesma com pH 6,0 ou maior, possui cor escura, devido a maior atividade enzimática, maior retenção de água e menor penetração de oxigênio (RIBEIRO et al., 2022).

Cor

A cor desempenha um importante papel sobre a qualidade sensorial e destaca-se como principal fator de apreciação no momento da compra (COSTA et al., 2017). Os pigmentos da carne estão formados em sua maior parte por proteínas: a hemoglobina que é o pigmento sanguíneo e a mioglobina, pigmento muscular que constitui 80 a 90% do total. A quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física (SUMAN e JOSEPH 2013).

A cor da carne é influenciada por fatores pré abate e pós abate, pelo teor de mioglobina (proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo), pH, maturidade e sexo, entre outros fatores (GELETU et al., 2021). A concentração de mioglobina é maior nos animais mais velhos, sendo a razão do vermelho mais intenso observado nas carcaças destes animais. Apesar da cor da carne não afetar sua palatabilidade ou seu valor sensorial, é um aspecto importante na comercialização, visto que carnes com coloração mais escura têm maior rejeição por parte dos consumidores (CHULAYO e MUCHENJE, 2013).

O tipo de alimentos que os animais consomem também influencia a cor da carne, onde animais que recebem maior proporção de concentrado na dieta, como ocorrem em sistemas de confinamento, apresentam carne mais brilhante, com coloração vermelha cereja e com gordura mais clara (POVEDA-ARTEAGA et al., 2023). Em relação a restrição hídrica, Silva et al. (2016) reportaram que não ocorre diferenças na cor da carne de ovinos submetidos à 50 % de restrição de água em relação ao consumo *ad libitum*.

A cor da carne também pode ser influenciada pela falta de higiene no abate, pois pode levar a um aumento da probabilidade de crescimento bacteriano, que tem relação positiva com a formação da metamioglobina (LIU et al., 2022).

Maciez

A maciez se refere à facilidade que a carne se deixa mastigar e pode estar composta por três sensações percebidas pelo consumidor: uma inicial, ou facilidade de penetração e corte, outra mais prolongada que seria a resistência que oferece à ruptura ao longo da mastigação e a final, que daria uma sensação de resíduo mais ou menos importante (WARNER et al., 2021).

Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne, destacam-se: genética, a raça, idade ao abate, sexo, alimentação, uso de agentes hormonais (agentes β-adrenérgicos) e tratamentos *post-mortem* (SAKOWSKI et al., 2022; GUERRERO-BÁRCENA et al., 2023). A maciez é determinada por dois principais componentes do músculo esquelético: o tecido contrátil ou fração miofibrilar (actina, miosina, tropomiosina) e o tecido conjuntivo (colágeno, elastina, reticulina), sendo o primeiro facilmente manipulado pelas técnicas artificiais de amaciamento pós-abate (LISTRAT et al., 2016). A menor maciez da carne dos bovinos, principalmente zebuínos (grupo genético mais utilizado no Brasil), é justificada pela alta correlação positiva entre a idade de abate dos animais e o número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos, favorecendo a dureza da carne, e ainda pela menor deposição de gordura na carcaça e ao fato de não apresentar gordura intramuscular (marmorização), o que favorece o resfriamento mais rápido das massas musculares, provocando o encurtamento dos sarcômeros (unidades contrácteis dos músculos) e, consequentemente, o endurecimento da carne (MAXIMIANO et al., 2021), além disso, nos zebuínos, há maior atividade da calpastatina, inibidora da calpaína, principal responsável pelo amaciamento da carne (SIMEONI et al., 2014).

Um fator importante na determinação da maciez da carne é a idade de abate do animal, sendo que os animais mais jovens terão naturalmente uma carne mais macia do que animais abatidos mais velhos. Quanto mais velho o animal, menor será a proporção de proteína e maior o teor de gordura corporal (OLIVEIRA et al., 2020). A gordura intramuscular e o grau de gordura de cobertura na carcaça são fatores que contribuem para a suculência e maciez da carne. A carne proveniente de animais jovens apresenta apenas traços de gordura; é macia, com aroma mais suave que o da carne de animais velhos, tornando-se atrativa aos consumidores (PANNIER et al., 2014).

A maciez da carne é influenciada por fatores *ante-mortem* e *post-mortem*. Dentre os fatores *ante-mortem*, a raça é um dos fatores altamente correlacionados com a maciez (CONANEC et al., 2021). A carne dos animais nativos é identificada pelo consumidor, como dura, porque esses animais são criados a pastos sem nenhum tipo de suplementação, com isso aumenta a idade de abate, se comparados com as raças exóticas que são abatidas precocemente (LAGE et al., 2020).

Perda de peso por cocção

A perda de peso no cozimento é uma medida importante de qualidade, pois está associada ao rendimento da carne no momento do consumo e esta característica é influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne (PATHARE e ROSKILLY, 2016). Essa característica pode variar segundo o genótipo, condições de manejo pré e pós-abate e a metodologia no preparo das amostras, tais como a remoção ou padronização da capa de gordura externa e tipo de equipamento, fatores que podem levar a variação da temperatura no processo de cocção (JEŽEK et al., 2019).

O calor provoca alterações na aparência e nas propriedades físicas da carne em função do binômio temperatura e tempo de cozimento (WERENSKA, 2023). Quando a temperatura da carne atinge valores 60 – 70 °C, durante o seu cozimento, ocorre uma forte contração das células musculares e perda de líquido, provocando consequentemente uma diminuição significativa na maciez da mesma (ODA et al., 2004).

Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização. É um atributo de grande importância em carne, definida como a capacidade da carne em reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e prensagem, sendo relacionada às propriedades funcionais mais importantes da carne, por influenciar nos aspectos da palatabilidade conferindo suculência aquelas destinadas ao consumo direto e à industrialização (BERGER et al., 2022).

A CRA é influenciada por fatores como o tipo de músculo, a raça e a idade, e como fatores extrínsecos, a alimentação, o estresse antes do abate e as condições após o abate, sendo que o processo de maturação da carne tende a aumentar sua capacidade de retenção de água. Quanto maior a CRA, maior a suculência das carnes, com aumento da percepção sensorial de maciez (POVEDA-ARTEAGA et al., 2023). A menor capacidade de retenção de água da carne implica perdas do valor nutritivo pelo exsudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez (TORRES FILHO et al., 2017).

O pH da carne pode influenciar a CRA. Carnes com valores de pH distante do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares tendem a mostrar alta capacidade de retenção de água por ter maiores percentuais de água imobilizada ou ligada às proteínas, o inverso ocorrendo quando o pH da carne se aproxima do ponto isoelétrico dessas proteínas. Isto ocorre quando os grupos polares dos aminoácidos das proteínas estão bloqueados. As carnes frescas de alta qualidade deve ser firmes, indicando uma apropriada capacidade para reter água (MATARNEH et al., 2021).

Força de cisalhamento

A força de cisalhamento (FC) é definida como a força que divide a amostra em partes contíguas por um deslizamento relativo de uma sobre a outra, numa direção paralela aos seus planos de contato obtendo a separação da amostra quando se aplica força de corte ou uma mudança de posição (ARANTES-PEREIRA et al., 2016). É um método objetivo utilizado para avaliar a maciez da carne e simula grosseiramente a força de mastigação da carne cozida, mostrando elevada correlação com os resultados de maciez decorrentes da análise sensorial (ANDRADE et al., 2022).

A força de cisalhamento pode ser influenciada por diversos fatores, tais como: manejo empregado no pré-abate, velocidade de instalação do *rigor mortis*, pH no *pós mortem*, temperatura pré-abate, instalação e extensão da *glicólise*, músculo utilizado, condições de acondicionamento e metodologia para as determinações, tais como: temperatura e tempo empregado no processo de cocção (GRANDIS et al., 2016).

Composição química

A carne possui uma função nutricional muito importante, devido ao seu alto valor biológico. Os componentes nutricionais podem ser digeridos facilmente e o valor biológico da sua proteína é alto (PIGHIN et al., 2016). A carne fornece macros e micros elementos, elevado conteúdo de proteínas de alta qualidade e ainda por conter vitaminas do complexo B e ferro. A carne é considerada componente fundamental de uma dieta equilibrada que cobre em parte as necessidades nutritivas do homem (AHMAD et al., 2018).

A carne de pequenos ruminantes é fonte de nutrientes essenciais para a saúde humana. As características biológicas dos músculos, dentre as quais a presença de gordura intramuscular (marmorização) e subcutânea determina a qualidade dietética e sensorial da carne (BAIK et al., 2023). Em geral, a carne é composta por 20% de proteínas, 5% de lipídios, 1% de carboidratos e 1% de vitaminas e minerais, sendo a água a composição majoritária de 75% (FERREIRA et al., 2023). A variação em seus porcentuais ocorre devido a fatores como idade de abate, condição sexual e alimentação (PRACHE et al., 2022).

A carne de bovinos, caprinos e ovinos possui algumas diferenças, principalmente nos aspectos de teores de gordura e cor. Caprinos e ovinos são animais de pequeno porte, apresentam a carcaça pequena e carne magra com pouca gordura subcutânea, intermuscular e intramuscular. A carne desses animais apresenta boa textura, alto valor nutritivo, principalmente em proteínas, minerais, vitaminas e boa digestão de seus constituintes. No entanto, a carne proveniente de animais jovens apresenta apenas traços de gordura, entretanto a mesma é macia, com aroma mais suave do que a carne de animais velhos, tornando-se atrativa aos consumidores (PRACHE et al., 2022; GAWAT et al., 2023).

A dieta tem um grande impacto sobre a deposição da gordura intramuscular, bem como sobre a concentração de ácidos graxos, visto que uma alimentação rica em

concentrados produz carne com maior teor de gordura, aumentando a suculência e a maciez da mesma, variando a composição de ácidos graxos (LOPES et al., 2012). A carne de pequenos ruminantes é considerada rica em ácidos graxos saturados, pois os microrganismos do rúmen hidrogenam extensivamente os ácidos graxos insaturados da dieta e que os ácidos graxos saturados mais encontrados nesta espécie são o mirístico, palmítico e esteárico; os monoinsaturados são o palmitoleico e oleico e os poli-insaturados são o linoleico, linolênico e araquidônico (OLIVEIRA et al., 2013).

Assim, estudos vêm sendo realizados com o intuito de modular o perfil de ácidos graxos da carne de pequenos ruminantes, visto que a maior parte dos ácidos graxos poliinsaturados da dieta são biohidrogenados pelas bactérias ruminais de modo que a gordura absorvida e depositada na carne tem baixo teor desse tipo de ácido graxo e alta proporção de ácidos graxos saturados (GOIS et al., 2016). Assim, buscando atender as exigências do mercado consumidor, as pesquisas estão buscando aumentar a massa muscular nas carcaças de pequenos ruminantes, reduzindo o teor de gordura para obter um produto mais saudável, com concentrações consideráveis de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 e 6, sem afetar as características sensoriais do produto final (PINHEIRO et al., 2023; SILVA NETO et al., 2024). A cadeia produtiva de carne de pequenos ruminantes busca a diversificação e à oferta de produtos de melhor qualidade, sempre buscando ofertar ao mercado um produto saudável.

CONCLUSÃO

O estudo e o conhecimento das características físicas e químicas da carne são importantes para garantir a disponibilidade de um produto isento de problemas advindos do manejo incorreto dos animais, procedimentos de abate e do mau estado de conservação. O conhecimento das características de qualidade da carne de pequenos ruminantes elucida as principais dúvidas do mercado consumidor acerca dos atributos nutricionais, principalmente com vistas ao teor de gordura da carne, fator de extrema preocupação nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

Adeyemi, K.D., Sazili, A.Q. Efficacy of carcass electrical stimulation in meat quality enhancement: A review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, v.27(3), p.447-456, 2014. http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2013.13463.

Ahmad, R.S., Imran, A., Hussain, M.B. Nutritional composition of meat. meat science and nutrition. Chapter 4. In: Meat science and nutrition. Arshad, M.S. (Ed.). InTechOpen, London. pp. 61-77, 2018. Available at: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77045.

Andrade, B.F., Paula, M.M.O., Carneiro, J.D.S., Fontes, P.R., Torres Filho, R.A., Ramos, E.M., Ramos, A.L.S. Influence of intrinsic and extrinsic factors on the sensory perception and intention to purchase buffalo meat by consumers in Southeast Brazil. Brazilian Journal of Food Technology, v.25, e2022002, 2022. https://doi.org/10.1590/1981-6723.00222

Arantes-Pereira, L., Vargas, F.C., Sobral, P.J.A. Comportamento mecânico e estrutural de diferentes cortes cárneos em teste de determinação da força de cisalhamento. Brazilian Journal of Food Technology, v.19, e2015076, 2016. http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.7615

Baik, M., Lee, J., Kim, S.Y., Ranaweera, K.K.T.N. Invited Review — Factors affecting beef quality and nutrigenomics of intramuscular adipose tissue deposition. Animal Bioscience, v.36(2), p.350-363, 2023. https://doi.org/10.5713/ab.22.0380

Barreto, H.F.M., Assis, A.P.P., Lima, R.N., Soares, E.C.A., Sousa, E.S., Moura, A.A.C., Melo, V.L.L., Souza, C.M.S., Emerenciano Neto, J.V., Lima, P.O. Physical and chemical characteristics of meat from lambs fed sorghum silage with cashew bagasse. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v.94(4), e20200425, 2022. https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200425.

Berger, L.M., Witte, F., Terjung, N., Weiss, J., Gibis, M. Influence of processing steps on structural, functional, and quality properties of beef hamburgers. Applied Science, v.12, e7377, 2022. https://doi.org/10.3390/app12157377

Carrasco-García, A.A., Pardío-Sedas, V.T., León-Banda, G.G., Ahuja-Aguirre, C., Paredes-Ramos, P., Hernández-Cruz, B.C., Murillo, V.V. Effect of stress during slaughter on carcass characteristics and meat quality in tropical beef cattle. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, v.33(10), p.1656-1665, 2020. https://doi.org/10.5713/ajas.19.08

Chulayo, A.Y., Muchenje, V. The Effects of pre-slaughter stress and season on the activity of plasma creatine kinase and mutton quality from different sheep breeds slaughtered at a smallholder abattoir. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, v.26(12), p.1762-1772, 2013. https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13141

Conanec, A., Campo, M., Richardson, I., Ertbjerg, P., Failla, S., Panea, B., Chavent, M., Saracco, J., Williams, J.L., Ellies-Oury, M-P., Hocquette, J-F. Has breed any effect on beef sensory quality? Livestock Science, v.250, e104548, 2021. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104548

Costa, P.T., Lemes, J.S., Mendonça, G., Gonçalves, M.S., Costa, R.T., Thiago Pereira Vieira, T.P. Meat quality of white and natural colored male lambs raised in the Pampa Biome. Revista Ceres, v.64(2), p. 109-114, 2017. https://doi.org/10.1590/0034-737X201764020001

Ferreira, J.M.S., Pessoa, R.M.S., Pessoa, A.M.S., Costa, D.C.C.C., Rodrigues, H.P., Lima, J.S., Campos, F.S., Gois G.C. Parâmetros de qualidade avaliados em carne bovina: uma revisão. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. v.6(2), p. 1319-1332, 2023. https://doi.org/10.34188/bjaerv6n2-031

Gawat, M., Boland, M., Singh, J., Kaur, L. Goat meat: production and quality attributes. Foods, v.12, e3130, 2023. https://doi.org/10.3390/foods12163130

Gebremariam, T.T. Meat quality of (*Bos indicus*) cattle finished on diferente concentrate feeds. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.44, e54237, 2022. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v44i1.54237

Geiker, N.R.W., Bertram, H.C., Mejborn, H., Dragsted, L.O., Kristensen, L., Carrascal, J.R., Bügel, S., Astrup, A. Meat and human health — Current knowledge and research gaps. Foods, v.10, e1556, 2021. https://doi.org/10.3390/foods10071556

Geletu, U.S., Usmael, M.A., Mummed, Y.Y., Ibrahim, A.M. Quality of cattle meat and its compositional constituents. Veterinary Medicine International, v.2021(7340495), p.1-9. https://doi.org/10.1155/2021/7340495

Gois, G.C., Laurentino, A.B., Silva, E.G., Macedo A. Composição de ácidos graxos na carne ovina. Nutritime Revista Eletrônica, v.13(5), p.4806-4814, 2016.

Gómez, I., Janardhanan, R., Ibañez, F.C., Beriain, M.J. The effects of processing and preservation technologies on meat quality: Sensory and nutritional aspects. Foods, v.9, e1416, 2020. https://doi.org/10.3390/foods9101416

Grandis, F.A., Ribeiro, E.L.A., Mizubuti, I.Y., Bumbieris Junior, V.H., Prado, O.P.P., Pinto, A.P. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com diferentes teores de torta de soja em substituição ao farelo de soja. Ciência Animal Brasileira, v.17(3), p. 327-341, 2016. https://doi.org/10.1590/1089-6891v17i330941

Groot, E. Segmentos de preferências na aquisição da carne bovina. Revista de Economia e Sociologia Rural, v.59(2), e213487, 2021. https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.213487

Guerrero-Bárcena, M., Domínguez-Vara, I.A., Morales-Almaraz, E., Sánchez-Torres, J.E., Bórquez-Gastelum, J.L., Hernández-Ramírez, D., Trujillo-Gutiérrez, D., Rodríguez-Gaxiola, M.A., Pinos-Rodríguez, J.M., Velázquez-Garduño, G., Grageola-Nuñez, F. Effect of zilpaterol hydrochloride and zinc methionine on growth, carcass traits, meat quality, fatty acid profile and gene expression in *Longissimus dorsi* Muscle of sheep in intensive fattening. Agriculture, v.13, e684, 2023. https://doi.org/10.3390/agriculture13030684

Ivanov, N.T. Ruminant meat tenderness. I. Overview of factors affectingmeat tenderness. Review. Bulgarian Journal of Animal Husbandry, v. 60(2), p.45-58, 2023.

Ježek, F., Kameník, J., Macharáčková, B., Bogdanovičová, K., Bednář, J. Cooking of meat: effect on texture, cooking loss and microbiological quality – a review. Acta Veterinaria Brno, v.88, p.487–496, 2019. https://doi.org/10.2754/avb201988040487

Lage, R.R.P., Vega, W.H.O., Costa, H.H.A., Costa, A.C., Sousa, L.C.O., Lima, L.D., Landim, A.V. Effect of breed on meat quality and global acceptance of native lambs and their crosses. South African Journal of Animal Science, v.50(1), p.150-160, 2020. http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v50i1.16

Leroy, F., Smith, N.W., Adesogan, A.T., Beal, T., Iannotti, L., Moughan, P.J., Mann, N. The role of meat in the human diet: Evolutionary aspects and nutritional value. Animal Frontiers, v. 13(2), p.11–18, 2023. https://doi.org/10.1093/af/vfac093

Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, B., Bugeon, J. How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. The Scientific World Journal, v.2016(3182746), p.1-14. http://dx.doi.org/10.1155/2016/3182746

Liu, J., Ellies-Oury, M.-P., Stoyanchev, T., Hocquette, J.-F. Consumer perception of beef quality and how to control, improve and predict it? Focus on eating quality. Foods, v.11, e1732, 2022. https://doi.org/10.3390/foods11121732

López-Pedrouso, M., Rodríguez-Vázquez, R., Purriños, L., Oliván, M., García-Torres, S., Sentandreu, M.A., Lorenzo, J.M., Zapata, C., Franco, D. Sensory and physicochemical analysis of meat from bovine breeds in different livestock production systems, pre-slaughter handling conditions, and ageing time. Foods, v.9, e176, 2020. https://doi.org/10.3390/foods9020176

Lopes, J.E.L., Sales, R.O.; Azevedo, A.R., Oliveira, A.L.T. Composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de cordeiros submetidos aos sistemas de produção com dieta experimental e convencional. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.6(2), p.74-96, 2012.

Matarneh, S.K., Silva, S.L., Gerrard, D.E. New insights in muscle biology that alter meat quality. Annual Review of Animal Biosciences, v.9, p.355-377, 2021. https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021419-083902

Maximiano, M.R.A., Alves, J.P. Silveira, R.A.R.M., Barcelos, G. Diniz, M.H.S. Qualidade da carne bovina e a influência genética: Uma revisão da literatura. Revista Científica Semana Acadêmica, v.9(204), p.1-21, 2021. http://dx.doi.org/10.35265/2236-6717-204-9034

Mottin, C., Eiras, C.E., Chefer, D.M., Barcelos, V.C., Ramos, T.R., Prado, I.N. Influencing factors of consumer willingness to buy cattle meat: An analysis of survey data from three Brazilian cities. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.41, e43871, 2019. http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.43871

Oda, S.H.I., Bressan, M.C., Cardoso, M.G., Freitas, R.T.F., Miguel, G.Z., Faria, P.B., Vieira, J.O., Pisa, A.C.C., Savian, T.V. Efeito dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24(2), p.236-242, 2004.

Oliveira, F.G., Sousa, W.H., Cartaxo, F.Q., Batista, A.S.M., Ramos, J.P.F., Cavalcante, I.T.R. Quality of meat from Santa Ines sheep with different biotypes and slaughtering weights. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.21(e210732020), p.1-13, 2020. http://dx.doi.org/10.1590/s1519-994020210732020

Oliveira, A.C., Silva, R.R., Oliveira, H.C., Almeida, V.V.S., Garcia, R., Oliveira, U.L.C. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. Archivos de Zootecnia, n.62, p.57-72, 2013. https://doi.org/10.21071/az.v62iREV.1957

Pannier, L., Gardner, G.E., Pearce, K.L.M., McDonagh, A.J., Ball, R.H., Jacob, D.W.P. Associations of sire estimated breeding values and objective meat quality measurements with sensory scores in Australian lamb. Meat Science, v.96, p.1076–1087, 2014. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.037

Pathare, P.B., Roskilly, A.P. Quality and energy evaluation in meat cooking. Food Engineering Reviews, v.8, p.435–447, 2016. https://doi.org/10.1007/s12393-016-9143-5

Pighin, D., Pazos, A., Chamorro, V., Paschetta, F., Cunzolo, S., Godoy, F., Messina, V., Pordomingo, A., Grigioni, G. A contribution of beef to human health: a review of the role of the animal production systems. The Scientific World Journal, v.2016(8681491), p.1-10, 2016. https://doi.org/10.1155/2016/8681491

Pinheiro, R.S.B., Farias, I.M.S.C., Francisco, C.L., Moreno, G.M.B. Physicochemical quality and fatty acid profile in the meat of goats fed forage cactus as a substitute for Tifton 85 hay. Animals, v.13, e957, 2023. https://doi.org/10.3390/ani13060957

Poveda-Arteaga, A., Krell, J., Gibis, M., Heinz, V., Terjung, N., Tomasevic, I. Intrinsic and extrinsic factors affecting the color of fresh beef meat — Comprehensive review. Applied Science, v.13, e4382, 2023. https://doi.org/10.3390/app13074382

Prache, S., Schreurs, N., Guillier, L. Review: Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. Animal, v.16(1), e100330, 2022. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100330

Ribeiro, C.C.S., Contreras-Castillo, C.J., Santos-Donado, P.R., Venturini, A.C. New alternatives for improving and assessing the color of dark–cutting beef – a review. Scientia Agricola, v.79(1), e20200079, 2022. http://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0079

Sakowski, T., Grodkowski, G., Gołebiewski, M., Slósarz, J., Kostusiak, P., Solarczyk, P., Puppel, K. Genetic and environmental determinants of beef quality — A review. Frontiers in Veterinary Science, v.9, e819605, 2022. http://doi.org/10.3389/fvets.2022.819605

Silva Neto, J.F., Franco, M.F., Manfroi, J.V., Valença, R.L., Pinheiro, R.S.B. Benefits of eating meat sheep to human health. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v.20(1), p.1-14, 2024. https://doi.org/10.17271/1980082720120244788

Silva, C.M., Araújo, G.G.L., Oliveira, B.Y.S., Azevêdo, J.A.G., Furtado, D.A. Performance and economic viability of feedlot sheep fed different levels of roughage, concentrate, and water. Semina: Ciências Agrárias, v.37(3), p.1-14, 2016. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1595

Simeoni, C.P., Fruet, A.P.B., Menezes, M.F.C., Kirinus, J.K., Teixeira, C., Ritt, L.A. Fatores pós-abate que contribuem para a maciez da carne. http://dx.doi.org/10.5902/2236117013019 Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.18, p.18-24, 2014.

Suman, S.P., Joseph, P. Myoglobin Chemistry and Meat Color. Annual Review of Food Science and Technology, v.4(1), p.79-99, 2013. https://doi.org/10.1146/annurev-food-030212-182623

Torres Filho, R.A., Cazedey, H.P., Fontes, P.R., Ramos, A.L.S., Ramos, E.M. Drip loss assessment by different analytical methods and their relationships with pork quality classification. Journal of Food Quality, v.2017(9170768), p.1-8, 2017. https://doi.org/10.1155/2017/9170768

Ursachi, C.S., Perta-Cris, S., Munteanu, F.-D. Strategies to improve meat products' quality. Foods, v.9(1883), p. 1-22, 2020 https://doi.org/10.3390/foods9121883

Warner, R., Miller, R., Ha, M., Wheeler, T.L., Dunshea, F., Li, X., Vaskoska, R., Purslow, P. Meat Tenderness: Underlying Mechanisms, Instrumental Measurement, and Sensory Assessment. Meat and Muscle Biology, v.4(2), p.1–25, 2021. https://doi.org/10.22175/mmb.10489

Werenska. M. Comparative study on the effects of sous-vide, microwave cooking, and stewing on functional properties and sensory quality of goose meat. Poultry Science, v.102, e103064, 2023. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103064.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO ANIMAL: UMA VISÃO GERAL

Data de aceite: 01/03/2024

Lucas M. Aguiar
Laboratório de Símios, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil
Programa de Pós-graduação em Zoologia, UFPRr
Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Neotropical, Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil

Hermano G. L. Nunes
Centro de Ciências Jurídicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil

RESUMO: O comportamento animal é um fenômeno de difícil definição e cuja literatura básica é de difícil acesso para os estudantes de língua portuguesa, ou mesmo espanhola, por motivos históricos de desenvolvimento das ciências nos países do norte e pela falta de traduções pontuais e contínuas das edições atualizadas dos livros originais, na maioria em língua inglesa. Este trabalho, fruto de um esforço de lecionar Etologia e disciplinas afins ao longo de mais de uma década, tem como objetivo revisar de forma geral e conceitual as questões epistemológicas centrais das ciências do comportamento animal, através da busca das obras mais representativas para fornecer um material científico representativo para profissionais, estudantes iniciantes ou mesmo mais especializados sobre o tema, revisando o histórico, as teorias, controvérsias, práticas, ramificações e aplicações das disciplinas do estudo do comportamento animal, contribuindo com uma visão geral sobre o seu estado da arte, com ênfase na Etologia e na Ecologia Comportamental. Sugerimos um esforço não somente para manter as traduções atualizadas, mas também fomentar livros sobre o assunto conforme as espécies e perspectivas nacionais e latino-americanas evoluem como modelos para a área, e reforçar as sociedades científicas, programas de pesquisa e planos para a formação de novos estudiosos do comportamento animal em áreas menos disseminadas, mas ricas em biodiversidade como o Brasil e a América Latina.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia Comportamental; Etologia; Instinto; Psicologia Comparada; Sociobiologia.

INTRODUÇÃO

O comportamento é uma característica familiar e as pessoas geralmente possuem suposições sobre as intenções de muitas espécies, particularmente das domésticas ou das filogeneticamente mais próximas aos seres humanos (Jablonka & Lamb 2010). Por exemplo, até os dias de hoje, tendemos a qualificar as raças de nossos "melhores amigos", os cães, através de seus comportamentos de guarda, pastoreio, companhia, caça, apontadores, farejadores, etc. (Plomim et al. 2011). Somos observadores e sentimos que nossas experiências nos qualificam a entender a conduta de outros animais, talvez desde que nossos ancestrais necessitaram prever a atividade dos predadores, presas ou competidores (Souto 2005). A máxima de que qualquer pessoa pode identificar o que é ou o que não é um comportamento está presente inclusive no âmbito de especialistas, e muitos deles consideram que o comportamento é algo intuitivo e de fácil definição (Levitis et al. 2009). As próprias pesquisas sobre comportamento animal podem ser especialmente suscetíveis às influências socioculturais devido às similaridades entre os conceitos que estão sendo abordados e as vidas das próprias pessoas que fazem as pesquisas (Kamath & Wesner 2020). Entretanto, o comportamento é uma característica difícil de definir e ainda há uma carência ou falta de consenso sobre uma definição científica operacional deste fenômeno biológico (Levitis et al. 2009; Bergner 2011). O comportamento animal é um assunto complicado, não porque é inacessível, mas porque é um atributo extremamente complexo, que pode transcender o nível do indivíduo. Já que é um fenômeno processual, e não uma coisa, não pode ser fixado para a observação. É fluido, evanescente e demanda grande exigência técnica e tempo do cientista (Skinner 2003).

O comportamento é um aspecto essencial da vida de um organismo, que direciona a aplicação correta e dá coerência às suas diversas adaptações em sua relação com o ambiente. O comportamento é o componente mais diretamente exposto ao ambiente externo, às perturbações ambientais e, potencialmente, às pressões seletivas (Jones 2005). O seu estudo permite entender a tendência dos animais a viverem juntos (i.e. sociabilidade), bem como as suas interações em nível de populações e de comunidades (Coolen et al. 2006; Giraldeau & Dubois 2008; Danchin 2010). Além desta importância ecológica, o comportamento tem papel ativo na evolução, pois comportamentos divergentes podem ser importantes para isolamento reprodutivo entre espécies (isolamento etológico; Dobzhansky et al. 1968; Baylis 1976). Inovações comportamentais podem depender de mudanças morfológicas, mas diversas morfologias podem ser induzidas ou consolidadas por processos comportamentais, já que elas têm que ser usadas adequadamente (Peterson & Müller 2016). Além disso, a flexibilidade do comportamento gera novos hábitos rapidamente e podem ser as primeiras mudanças adaptativas diante de ambientes muito dinâmicos. Essas novidades comportamentais surgem de forma muito mais rápida do que as genéticas e podem permitir que os animais persistam até que as demais adaptações

ocorram (Sol et al. 2013). O comportamento também tem a capacidade de modificar o ambiente. Por exemplo, as decisões dos indivíduos podem influenciar na quantidade de recursos disponíveis e a escolha sobre onde habitar pode influenciar ativamente na distribuição da espécie (Giraldeau & Dubois 2008). De fato, os modelos de distribuição dos animais envolvem traços comportamentais nas análises (e.g. Distribuição Livre Ideal; Danchin et al. 2010). O comportamento pode influenciar o ambiente de maneira mais complexa, construindo o ambiente físico e social adequado para os indivíduos (*e.g.* cultura, fenótipo extendido) e, consequentemente, afetando os processos dos ecossistemas. A construção de nicho, isto é, a modificação adaptativa do ambiente seletivo através do comportamento e da cultura, tem sido uma das principais pressões seletivas na evolução humana (Laland et al. 2007).

Mas afinal, o que é comportamento? Qual é, e como surgiu a ciência que o estuda? Como o estudo do comportamento animal veio a ser um dos grandes componentes das Ciências da Vida? Quais as teorias, práticas e disciplinas construíram o arcabouço teórico-investigativo? Qual é o estado da arte do estudo do comportamento animal? Seguindo Cooper (1988), além de abordar sucintamente essas questões, este trabalho tem como objetivo revisar de forma geral e conceitual as questões epistemológicas centrais das ciências do comportamento animal, através da busca das obras mais representativas para fornecer um material de apoio científico para profissionais, estudantes iniciantes ou mesmo mais especializados sobre o tema. É sabido que em todo curso de comportamento animal há um esforço inicial para a construção de materiais de apoio para o ensino do tema (Levitis et al. 2009), e esta revisão veio no sentido de contribuir também para a este esforço, sintetizando um material científico representativo sobre o tema. Apesar de alguns livros que versam diferentes abordagens de estudo do comportamento animal estarem disponíveis em língua portuguesa (Lorenz 1995; Del-Claro 2004; Souto 2005; Danchin et al. 2010; Ferraz 2011; Plomin et al. 2011; Yamamoto & Volpato 2011), a literatura especializada sobre uma visão geral do tema é escassa no Brasil e na América Latina, quando comparada aos países do hemisfério norte, mesmo que o conhecimento explorado pelo norte sobre o assunto na América Latina tenha sido importante para o desenvolvimento intelectual desta e de outras áreas da Biologia moderna (Jaffe et al. 2020). A divulgação do conhecimento sobre o comportamento animal foi por muito tempo unidirecional, sendo escrita primariamente para a audiência europeia e norte-americana (Jaffe et al. 2020). Esta revisão é um esforço de compensar um déficit em língua portuguesa.

DEFINIÇÕES E BREVE HISTÓRICO

Tal como os diversos conceitos de espécie, a definição de comportamento pode ser variada. O comportamento pode ser entendido como um fenótipo expresso na forma de "conduta". Numa visão mais mecanicista, o comportamento é definido como resposta (atividades ou inatividade) internamente coordenada pelo organismo (indivíduo ou grupo) para estímulos internos ou externos, excluindo-se as respostas mais relacionadas aos processos de desenvolvimento ontogenético (Levitis et al. 2009). Entende-se por estímulo qualquer sinal ou fenômeno percebido, interno ou externamente, que pode desencadear a alteração da conduta (Goodenough et al. 2010; Ferraz 2011). Comportamentos, portanto, podem ser posturas, ações, ou também falta de ações. Algumas definições são famosas como as de Tinbergen: "comportamento é a totalização dos movimentos feitos por um animal intacto". Definições mais funcionais podem ser utilizadas dependendo da abordagem do estudo do comportamento. Por exemplo, para a Ecologia Comportamental, o comportamento pode ser visto como um processo de escolha dentre as várias ações alternativas possíveis no repertório de uma dada espécie em ambientes e contextos específicos. Os animais se decidiriam pela mais lucrativa em termos de sucesso reprodutivo. Nesta abordagem, costuma-se usar eficiência para qualificar o uso adequado de tempo e energia para se alcançar tal sucesso. Para Skinner (2003), os comportamentos são tanto eventos (número de episódios, probabilidade de respostas), quanto estados (qualidades, classes, tendências) e processos ("estímulo-resposta-consequência"). Segundo a psicologia, o comportamento pode ser entendido como um sistema composto pelos seguintes parâmetros: um emissor, uma motivação, uma distinção, uma competência, uma performance, um resultado, variação e um significado (Bergner 2011). Embora o comportamento denote para o público a ideia de atividade ou movimento até em seres inanimados (*e.g.* uma pedra ou um carro em movimento), a definição de Levitis et al. (2009) acima é aplicável somente para o universo vivo, para uso de qualquer tipo de atividade desencadeada por uma informação em seres vivos (incluindo tropismo, taxias em unicelulares e em plantas), ao passo que a de Bergner (2011) restringe-se às atividades conscientes dos seres humanos. Entretanto, a literatura em geral tende a abordar a definição de comportamento apenas para aquelas atividades de ação, de movimento rápido, controlada por um sistema neuroendócrino e efetivado por musculatura, tal como observado na maioria dos animais (Jones 2005; Dawkins 2007).

Embora a humanidade observa o comportamento de muitos animais desde os primórdios, e muitos filósofos, mecanicistas e vitalistas tentaram explicar o comportamento antes da era moderna, a primeira disciplina nomeadamente científica que estudou o comportamento natural dos animais com abordagens biológicas foi cunhada como Etologia (Danchin et al. 2010). O termo Etologia é derivado da palavra grega èthos que significa caráter e no século XVII foi indicada como o estudo da ética (Beer 2020). Houve um conceito muito similar utilizado um pouco mais tarde, em 1843, por John Stuart Mill, quando

ele recomendou o desenvolvimento de uma nova ciência, Etologia, a ciência da formação, com o propósito de explicar as diferenças individuais e nacionais entre os humanos, tendo como base a Psicologia (Beer 2020). Entretanto, a Etologia nunca se popularizou com este fim. Pode-se dizer que a Etologia desenvolveu-se a partir de naturalistas do final do século XIX e início do século XX como uma área da Zoologia que teve como objeto de estudo o comportamento natural dos animais, como primeiro popularizado por William Morton Wheeler em 1902. Há quem diga que o surgimento da Etologia culminou com a publicação do livro "A expressão das emoções nos homens e nos animais" de Charles Darwin, em 1872 (Danchin et al. 2010), legitimando o comportamento como objeto de estudo científico (Jaffe et al. 2020).

No início do século XX, Oskar Heinroth e Julian Huxley se concentraram em comportamentos instintivos e propuseram que esses comportamentos são desenvolvidos no decurso da história evolutiva das espécies e servem como caracteres taxonômicos (Danchin et al. 2010). O ponto de partida deles para o estudo do comportamento animal foi a construção de etogramas (um inventário dos tipos e das descrições das principais condutas, com o qual é possível quantificar suas freqüências ou duração de ocorrências). Isto providenciou uma base objetiva e cumulativa de dados de comportamento que os pesquisadores subsequentes puderam comparar e atualizar. Um pouco mais tarde, Ivan Pavlov com estudos de condicionamento clássico em cães e Burrhus Frederic Skinner com estudos de condicionamento operante em aves, contribuíram para o desenvolvimento da Psicologia Comparada (Danchin et al. 2010). Este último autor, juntamente com seus colegas, deu as bases científicas experimentais para o estudo do comportamento animal. Finalmente, pode-se dizer que a disciplina desenvolveu-se enormemente a partir da década de 1930 com os trabalhos de Nikolaas Tinbergen, Konrad Lorenz e Karl von Frisch, que juntos foram os ganhadores do Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1973, pelos trabalhos originais de comportamento animal, particularmente com instinto - os dois primeiros estudando aves e o último, abelhas (Burkhardt 2005; Danchin et al. 2010; Beer 2020; Kalikow 2020). Apesar do reconhecimento da contribuição de Lorenz para o estudo do comportamento animal, ele é bastante criticado pelas suas ideias de degeneração humana e associação ao partido nazista (Kalikow 2020). É importante ressaltar também a contribuição do artigo pioneiro de Angus J. Bateman sobre seleção sexual em moscas-das-frutas em 1948, talvez sendo o primeiro estudo a testar experimentalmente as ideias de Darwin sobre este tipo de seleção (Hoquet 2020). Também é importante situar os estudos de Alfred C. Kinsey e colegas sobre o entendimento da sexualidade humana, utilizando-se de uma abordagem biológica na década de 1950 (Kinsey et al. 2010), e os experimentos de seleção genética de comportamentos através do cruzamento de raças de cães e de ratos ainda na década de 1960, demonstrando, estes últimos, as bases genéticas do comportamento (Plomin et al. 2011).

As ciências do comportamento animal também foram aprimoradas com o desenvolvimento da Primatologia (Waal 2003; Groves 2011). Antes da primeira guerra mundial, o psicólogo Robert Yerkes estudou grandes primatas em laboratórios e pode-se dizer que foi pioneiro na criação dos controversos *Primate Research Centers*. Utilizando a abordagem cognitivista (ver abaixo), Yerkes ficou mais conhecido (e atualmente criticado) pelos testes de inteligência na Psicologia Comparada (Groves 2011). Antes da segunda guerra mundial, os estudos de comportamento de primatas em campo começaram a decolar paralelamente nos Estados Unidos e no Japão, através dos trabalhos pioneiros de Ray Carpenter e Kinji Imanishi (Waal 2003). Sherwood Washburn foi outra figura chave, sendo considerado o fundador da "Nova Antropologia Física", integrando anatomia e comportamento de primatas humanos e não-humanos. Pode-se dizer que a maior parte dos primatólogos americanos contemporâneos, inclusive os que trouxeram a Primatologia para os países tropicais, descenderam intelectualmente de Washburn (Kelley & Sussman 2007). Após a segunda guerra houve um hiato nos estudos de campo da Primatologia e somente na década de 1960 e 1970 foi que o estudo do comportamento dos primatas, particularmente dos grandes símios, foi retomado e popularizado, em grande parte devido ao conhecido fenômeno da revista *National Geographic* (Groves 2011; Addessi et al. 2012). A revista e outros segmentos da mídia criaram um enorme interesse nos trabalhos realizados pelas três primatólogas de campo mais populares da época: Biruté Galdikas estudando orangotangos, Dian Fossey, gorilas, e Jane Goodall, chimpanzés. Vale também mencionar os trabalhos de mesma época do psicólogo Harry F. Harlow que estudou nos Estados Unidos os efeitos da privação social em infantes cativos de macacas, importantes para a compreensão da ontogenia do comportamento social, mas eticamente controverso para os padrões atuais (Alcock 2013). Finalmente, em 1974, houve uma importante publicação intitulada "Estudos de Observação do Comportamento: métodos de amostragem", de autoria da primatóloga Jeanne Altmann (Altmann 1974), que foi responsável por padronizar os métodos quali- e quantitativos para o estudo do comportamento animal, possibilitando análises mais robustas. Ainda hoje, este é um trabalho utilizado e citado por grande parte dos estudiosos da área do comportamento, independente de ser primatólogo ou não.

Através da Etologia, os pesquisadores buscaram demonstrar que o comportamento pode ser explicado por uma teoria científica rigorosa. Muitos etólogos passaram a ser mais interessados nos processos comportamentais do que em um determinado grupo de animais e geralmente estudaram um tipo de comportamento em uma série de diferentes animais (Snowdon 1983; Burkhardt 2005). Através do método comparativo, os etólogos mostraram que os mecanismos em que os processos comportamentais estão baseados são os mesmos que fazem as espécies evoluírem em outros aspectos. A curiosidade de entender cientificamente o comportamento natural dos animais fez da Etologia um tópico de rápido crescimento. Próximo ao final do século XX a Etologia passou a ser uma combinação de ciências de campo e laboratoriais, experimentais e descritivas (Snowdon 1983; Burkhardt

2005). Muitos princípios relacionados ao comportamento animal foram abordados e, ao final, combinados pela Etologia e Psicologia Comparada. A ciência do comportamento animal passou a investigar a conduta de animais humanos e não-humanos diante do conhecimento da Biologia Evolutiva. De modo inexorável, a Etologia (e a Psicologia) se ramificou e deu origem às disciplinas mais especializadas e com maior poder preditivo, embora tais distinções não sejam sempre tão claras.

ETOLOGIA E PSICOLOGIA COMPARADA

Durante grande parte do século XX, as ciências do comportamento animal desenvolveram-se com as abordagens da Etologia e da Psicologia Comparada correndo em paralelo (Snowdon 1983; Burkhardt 2005; Danchin et al. 2010). Figuras como George John Romanes e Alfred Brehm no final do Século XIX, e Yerkes, Pavlov e Skinner no começo e meados do século XX, contribuíram para o desenvolvimento da disciplina que estuda o comportamento animal comparativo à psicologia humana, a chamada Psicologia Comparada (Snowdon 1983; Burkhardt 2005; Danchin et al. 2010). Enquanto que a Etologia foi construída por naturalistas mais direcionados às áreas da Zoologia e Ecologia, a Psicologia Comparada foi construída como um subtópico da Psicologia. A Psicologia Comparada inicialmente investigou anedotas do comportamento animal com base no que era conhecido sobre a psicologia humana, com doses elevadas de subjetivismo e antropomorfismo (Snowdon 1983; Burkhardt 2005; Danchin et al. 2010). Mais tarde, os psicólogos comparados concentraram-se no estudo do aprendizado em situações experimentais. Por outro lado, os primeiros etólogos concentraram-se no comportamento em situações naturais, aplicando o conceito de instinto (ver abaixo) (Snowdon 1983). Neste sentido, os psicólogos comparados ganharam extensivo conhecimento do comportamento de algumas poucas espécies em laboratórios (*e.g.* espécies de ratos, gatos e pombos), enquanto que os etólogos estavam mais interessados em estudar um determinado tipo de comportamento em um vasto número de espécies, no intuito de estabelecer princípios gerais comparativos e aplicáveis entre os grupos taxonômicos (Snowdon 1983; Burkhardt 2005).

A Psicologia Comparada desenvolveu-se mais fortemente na América do Norte, enquanto que a Etologia foi mais forte na Europa (Snowdon 1983; Burkhardt 2005; Danchin et al. 2010). Nos Estados Unidos, o Behaviorismo de Skinner propôs um arcabouço metodológico para a Psicologia Comparada e influenciou bastante o estudo do Comportamento Animal (ver abaixo). Na Europa, os trabalhos de Tinbergen e Lorenz desenvolveram-se durante e logo após a segunda grande guerra. Depois da guerra, Tinbergen se mudou para a universidade de Oxford, e a Etologia tornou-se mais forte no Reino Unido com a influência adicional de William Thorpe, Robert Hinde e Patrick Bateson (Danchin et al. 2010; Beer 2020). Neste período também, a Etologia começou a se desenvolver

fortemente na América do Norte, onde teve influências do já mencionado Behaviorismo. Mais recentemente, nas décadas de 1970 e 1980, houve uma substancial aproximação entre a Etologia e a Psicologia Comparada, muito por causa da aceitação e uso da teoria evolutiva pelos psicólogos, onde começaram a se perguntar sobre as bases evolutivas da aprendizagem, e os etólogos sobre o papel do aprendizado na vida dos animais, além de interesses compartilhados em estudos de comunicação, desenvolvimento, cognição, imitação, sociabilidade e sexualidade animal (Snowdon 1983; Burkhardt 2005; Manning & Dawkins 2013). Os psicólogos tornaram-se mais tolerantes quanto aos estudos descritivos de história natural e de campo, ao passo que os etólogos tornaram-se mais interessados em experimentações controladas. Assim, muitos profissionais estudaram animais em ambientes seminaturais (*e.g.* fazendas) ou desenvolveram experimentos naturalísticos para providenciar compromissos entre o campo e o controle dos laboratórios (Snowdon 1983; Burkhardt 2005). Pode-se dizer que ao final do século XX, as duas abordagens produziram uma frutífera sobreposição, embora alguns entendam que as duas vertentes tenham-se sucumbido (Danchin et al. 2010; Manning & Dawkins 2013).

Os avanços na área de evolução contribuíram para o fortalecimento de uma Psicologia Evolucionista que através de uma abordagem comparada e adaptacionista entende o cérebro, o comportamento e a cultura humana como adaptações moldadas por mecanismos seletivos. Ao mesmo tempo, a Etologia clássica não conseguiu ir além de descrições estruturais e hierarquizadas dos comportamentos e de suas motivações, e não conseguiu criar um modelo preditivo para o estudo do comportamento (Danchin et al. 2010). Todavia, o caloroso debate que foi promovido após o livro de Darwin sobre as emoções nos humanos e nos animais que perdurou por muito na história do desenvolvimento dessas disciplinas e que atualmente está sendo vencido pelas abordagens modernas do desenvolvimento integrativo (Bateson & Martin 2000), é ainda hoje fomentado: a determinação biológica (instintiva) do comportamento, defendida principalmente pelos etólogos, *versus* a determinação ambiental (aprendizado), defendida pelos psicólogos e outrem das Ciências Humanas: a famosa dualidade "*Nature or Nurture?*" (Snowdon 1983; Alcock 2013; Burkhardt 2005; Danchin et al. 2010; Jaffe et al. 2020; Bateson & Martin 2000). Abaixo, resumimos os conceitos de instinto e aprendizado.

INSTINTO

No final do século XIX, a observação de comportamentos complexos em aves e insetos, manifestados em todas as suas funcionalidades pelo animal, mas sem experiências prévias, foi fundamental para os cientistas desvincularem o comportamento animal de processos puramente conectivos (condicionamentos e associações) (Danchin et al. 2010). O estudo desses comportamentos, ditos inatos, foi importante para o desenvolvimento da Etologia, lançando a base empírica para o conceito de instinto. O instinto, ou comportamento

esteriotipado, foi associado primeiramente aos nomes de Douglas Spalding e Jean-Henri Fabre, que Timbergen e Lorenz cunharam como Padrões Fixos de Comportamento (PFCs) ou Ação (Danchin et al. 2010; Jablonka & Lamb 2010; Ferraz 2011). Fabre traçou as características essenciais do instinto estudando insetos: inatismo, preformação, fixidez e especificidade. Spalding, e mais tarde, Henry Fairfield Osborn, Conway Lloyd Morgan e James Mark Baldwin, propuseram como os comportamentos aprendidos podem ser transformados em instintos (efeito Baldwin) (Jablonka & Lamb 2010). Ainda, instinto também foi teoricamente parametrizado como comportamentos que não são aprendidos, causados por diferenças genéticas, adaptados no curso da evolução, não modificado durante a vida e compartilhado por todos os membros de uma espécie (Bateson & Martin 2000).

Lorenz e Tinbergen popularizaram os PFCs como respostas inatas que poderiam ocorrer na presença de estímulos identificáveis (chamados de estímulos-chave, ou estímulos de liberação) (Beer 2020; Kalikow 2020). Um PFC é um comportamento pré-programado, ou melhor, uma sequência de movimentos adaptativos que, uma vez iniciados são emitidos até o final, sem que o animal tenha tido uma experiência prévia com a informação que desencadeou tal comportamento. Uma sequência de PFCs escalonada entre indivíduos pode ser considerada como uma ritualização (*e.g.* danças de acasalamentos, defesas territoriais). O animal deveria ter uma energia ou motivação mínima acumulada para que tais comportamentos estereotipados fossem desencadeados pelos estímulos apropriados (Beer 2020; Kalikow 2020). O controle motor desses instintos seria processado via uma rede neuronal conhecida inicialmente como mecanismo inato de liberação (atualmente identificada como geradores centrais de padrões em vários animais; Goodenough 2010; Alcock 2013). Os PFCs poderiam então ser comparados entre populações e espécies, e suas similaridades e diferenças poderiam ser comparadas com as similaridades e diferenças em morfologia, contendo assim informações filogenéticas acerca do funcionamento do sistema nervoso. Inicialmente os estudos e técnicas observacionais sobre instintos ficaram famosos com aves da família Laridae (gaivotas) e Anatidae (patos e gansos) e, mais tarde, a base neural de alguns PFCs foi demonstrada (Goodenough 2010; Alcock 2013). Os etólogos notaram que os estímulos que liberam os PFCs são normalmente feições de aparência ou comportamento de outros membros de sua própria espécie, e eles foram hábeis em mostrar como as importantes formas de comunicação animal poderiam ser constituídas por poucos e simples PFCs e por simples mecanismos neurais (Ferraz 2011; Alcock 2013). Uma das mais sofisticadas investigações deste tipo foi o estudo de Karl von Frisch sobre a assim chamada “linguagem da dança das abelhas” relacionada com a comunicação e forrageamento das abelhas.

O instinto foi definido como respostas comportamentais em grande parte herdáveis, específicas para determinados estímulos, podendo ser funcionais ou, em alguns casos, expressos aparentemente sem função (*e.g.* comportamentos no vácuo e deslocados, em resposta a estresse ou a estímulos inadequados). Tais comportamentos geralmente são

acionados quando um estímulo preciso estiver presente, e possui a vantagem de ser uma resposta clara e rápida para uma ação selecionada. Exemplos clássicos desses estímulos são os movimentos do bico de aves neonatas, que estimulam o processo de regurgitação parental, e o deslocamento dos ovos nos ninhos dos gansos, que estimula no adulto o ato de rolar (Goodenough 2010; Ferraz 2011; Alcock 2013). O ganso rola de volta para seus ninhos os ovos que foram deslocados, mas que ainda estão próximos a ele. O avistamento do ovo deslocado desencadeia o mecanismo. Se o ovo for retirado no meio do processo o animal continua com o comportamento, puxando sua cabeça para trás como se um ovo ainda estivesse sendo manobrado por ele, caracterizando-se assim como um PFC. No entanto, o ganso também pode tentar mover outros objetos em forma de ovo para seu ninho, tal como um ovo de plástico, uma bola de sinuca, ou de vôlei. Tais estímulos exagerados podem desencadear uma versão mais forte do comportamento em comparação ao desencadeado por objetos de padrões normais, tal que o ganso pode ignorar seu próprio ovo removido em favor de um ovo gigante e artificial. Esses estímulos exagerados para expressão de instintos foram denominados como estímulo supernormal por Tinbergen, que conseguiu produzir estímulos supernormais para um grande número de instintos e em diferentes espécies animais (Ferraz 2011; Alcock 2013; Beer 2020). Hoje sabe-se que os seres humanos são sensíveis a muitos estímulos supernormais, notadamente os alimentares e os sexuais.

Finalmente, sabe-se que os instintos não são tão fixos e sofrem modulações ontogenéticas (Goodenough 2010; Alcock 2013). O treinamento (aprendizado) pode ser um componente importante para o sucesso na expressão de comportamentos ditos instintivos (no canto de pássaros, nos comportamentos de corte, por exemplo). Sabe-se também que o conceito de instinto pode ser aplicado para uma magnitude muito diferente de comportamentos, como por exemplo, desde bocejar, sorrir, até mesmo a busca de comidas e outros recursos, o que pode invalidar o conceito operacionalmente (Bateson & Martin 2000). Por isso, os instintos têm sido descritos como Padrões Modais de Ação (PMAs) ao invés de padrões fixos, ou simplesmente como "o componente inato de um comportamento" (Goodenough 2010; Ferraz 2011).

Os PMAs são expressos ao longo do ciclo vigília-sono dos animais e variam entre as espécies, mas em geral podem ser classificados conforme as grandes categorias abaixo (definições conforme: Wilson 1975; Ferraz 2011; Sussman et al. 2005; Goodenough et al. 2008; Shumaker et al. 2011): 1- locomoção: movimentos, deslocamentos e orientação; 2- forrageamento: busca e ingestão de alimentos; 3- termorregulação: mudanças de cor, forma, posição ou de (micro)hábitat conforme a variação de temperatura; 4- comportamento defensivo: ocultação, fuga, advertência, resistência; 5- sono: inativação temporalmente organizada; 6- Higiene: limpeza da superfície corporal; 7- comportamento eliminativo: atividades de excreção e cuidados com as excretas; 8- comportamento exploratório/ investigativo: exploração e reconhecimento do ambiente; 9- brincadeiras: comportamentos funcionalmente incompletos, misturas de vários padrões comportamentais, repetitivos,

aparentemente fora de contexto e iniciados na ausência de estresse, podendo ser solitárias, sociais ou com objetos; 10- abrigo: uso e elaboração de abrigos para distintas funções; 11- uso de ferramentas: emprego de objeto manipulável para alterar de forma mais eficiente o estado de outro objeto, outro organismo, ou do próprio emissor; 12- comportamento social: interações resultantes da proximidade e atração entre coespecíficos e envolve comunicação entre os indivíduos interatuantes. Segundo alguns autores, esta última categoria pode ser dividida em a) comportamentos reprodutivos (corte, acasalamento e cuidado parental); b) comportamentos agonísticos: envolvem disputas ou conflitos (ameaças e agressões); c) comportamentos cooperativos: atividade de ajuda que produz benefícios mútuos para os indivíduos, que num primeiro momento implica custos para o emissor, mas que trará retornos imediatos ou futuros para o aumento da aptidão direta ou indireta do ajudante (*e.g.* cuidado aloparental, partilha de recursos, suporte e defesa interindividual); d) comportamentos afiliativos: comportamentos que promovem ou reforçam elos e expressam parcerias e afeições (*e.g.* alocatações, brincadeiras, proximidade, etc.).

APRENDIZADO

A simples relação existente entre um estímulo e o mecanismo de liberação inato tem permitido algumas espécies explorarem ou manipularem os PFCs de outras espécies, uma tática conhecida como “quebra de código” (Ferraz 2011; Alcock 2013). Outrossim, comportamentos somente compostos por PFCs são particularmente rígidos, o que reduziria as chances de sobrevivência e reprodução em um ambiente espácio-temporalmente dinâmico, tal que o processo de aprendizagem teria importância adaptativa. Desta forma, mecanismos psicológicos do aprendizado permitem adaptações através da mudança de comportamento ao longo da vida.

A aprendizagem pode ser definida como a modificação adaptativa do comportamento auxiliada pela experiência, pela aquisição prévia de informações do ambiente - excluindo as provenientes dos efeitos da fadiga, acomodação sensorial ou maturação do sistema nervoso (Danchin et al. 2010; Goodenough et al. 2010; Alcock 2013). Portanto, ela permite o desenvolvimento da habilidade de mudar a resposta do indivíduo baseado em sua memória. Embora o aprendizado ofereça vantagens frente às mudanças, há custos (Alcock 2013). Por exemplo, o gasto de tempo e energia investidos na obtenção das informações e na produção e manutenção das caras funções neurais que, de outra forma, poderiam ser investidos em outros aspectos da vida. Há várias formas de aprendizado, contudo, nem todas as formas ocorrem com a mesma facilidade conforme o táxon e a idade (Bateson & Martin 2000).

Ser hábil para discriminar os membros de sua própria espécie é de fundamental importância para a sobrevivência e para o sucesso reprodutivo (Moynihan 1968; Alcock 2013). Tal discriminação pode ser baseada em um número de fatores em muitas espécies.

No entanto, este tipo de aprendizado pode ocorrer somente durante um ou alguns períodos curtos e críticos do desenvolvimento de alguns organismos, os chamados períodos sensitivos: estágios em que certas informações aprendidas têm maior influência nas características do indivíduo do que em outras épocas (Goodenough et al. 2010). Este tipo de aprendizado foi chamado de estampagem (*imprinting*) (Danchin et al. 2010; Goodenough et al. 2010; Alcock 2013). A estampagem foi um importante achado de Lorenz, observado primeiramente em aves, e diz respeito ao aprendizado inicial dos neonatos. Lorenz observou que os pássaros jovens, tais como os de gansos e galos seguiam suas mães espontaneamente desde o primeiro dia de nascimento, e ele descobriu que esta resposta poderia ser imitada por um estímulo arbitrário se os ovos fossem incubados artificialmente e os estímulos fossem apresentados durante um período crítico que continua por poucos dias depois do nascimento (Danchin et al. 2010; Goodenough et al. 2010; Alcock 2013). Gansos e patos privados da mãe e que passaram a seguir o primeiro objeto que observaram ao nascer (*e.g.* botas, observadores humanos), são exemplos clássicos de estampagem. Este aprendizado sobre "quem deve-se seguir" ocorre necessariamente em uma janela de tempo muito pequena e específica do desenvolvimento, e caso não ocorra o contato com a mãe neste período, o animal poderá ser incapaz de estabelecer o elo com ela (estampagem filial), tampouco com outras fêmeas no futuro para a reprodução (estampagem sexual) (Ferraz 2011). Em resumo, a estampagem é uma forma de aprendizado rápida, que acontece num período limitado, comumente nos primeiros dias de vida, sem nenhuma recompensa imediata e que leva a um padrão de comportamento adaptativo (Danchin et al. 2010; Goodenough et al. 2010; Alcock 2013). Vale ressaltar que a necessidade da estampagem filial não é universal nas aves, e a intensidade dos efeitos da estampagem sexual pode variar entre as espécies (Goodenough et al. 2010). Mais ainda, muitos fenômenos baseados em períodos sensitivos são reversíveis. Sabe-se também que durante os períodos sensitivos, os animais podem aprender informações apropriadas não somente sobre seus coespecíficos, mas também sobre o ambiente físico local (*e.g.* alevinos de salmões: Quinn et al. 1988).

Um dos exemplos mais elementares o através da habituação. Este processo consiste em ignorar estímulos persistentes ou inúteis ao longo do tempo, tornando-se estímulos neutros (Goudenough et al. 2010; Ferraz 2011). Para que reagir a determinado estímulo se ele não oferece vantagem nem perigo? Neste sentido, o aprendizado por habituação é importante, pois salva energia (Goodenough et al. 2010). O aprendizado por habituação pode ser explicado com o seguinte exemplo: quando um babuíno emite um chamado ao se sentir ameaçado, o resto do grupo escuta e se alarma. No entanto, se o sinal vem de um indivíduo que emite muitos alarmes falsos, seu sinal poderá ser ignorado pelo grupo. Outro exemplo didático é a habituação de grupos selvagens à presença do observador humano, quando os primeiros passam a "entender" que os últimos não oferecem perigo e voltam a se comportar de maneira mais natural (Aguiar & Moro-Rios 2009). Por outro lado, há o aprendizado por sensitização, em que a resposta se torna mais forte perante a reapresentação de um estímulo muito relevante (Goodenough et al. 2010).

Outro modo comum de aprendizado é o associativo, onde se reconhece diferentes estímulos que são relacionados com um tipo de reforço (positivo ou negativo) (Danchin et al. 2010; Alcock 2013). Baseado na experiência do indivíduo, um estímulo é associado a outro que o reforça à uma recompensa ou punição. Quando uma situação implica em várias respostas próximas temporalmente, as que são seguidas por um estado de satisfação para o animal serão mais fortemente conectadas com a situação, de tal maneira que quando a situação é reproduzida, as mesmas respostas terão uma probabilidade de aparecimento superior (Danchin et al. 2010; Ferraz 2011). Um exemplo popular de comportamento associativo é observado em aquários quando peixes vão próximos da superfície da água quando um humano vai alimentá-lo, ou quando um cão fica agitado quando seu dono lhe mostra a coleira de passeio (Ferraz 2011). Ivan Pavlov demonstrou em 1927 o aprendizado associativo pelo condicionamento clássico (ou reflexo) em cães através de experimentos simples. Inicialmente Pavlov mostrou que a quantidade de saliva produzida pelo cão foi proporcional a quantidade/freqüência de comida apresentada. O estímulo condicionado consistiu na emissão de sons de forma conjunta ou logo após a apresentação do estímulo relevante (incondicional), a comida. Após treinamentos e repetições, extinguiu-se o estímulo incondicional e o cão continuava a salivar somente com a exposição do estímulo condicionado, o som (Danchin et al. 2010). Muitos outros estudos demonstraram diversos tipos de condicionamentos reflexos em outras espécies, e concluíram que os estímulos condicionados são eficazes se apresentados anteriormente aos incondicionados, e que o condicionamento pode ser extinto pela ausência do estímulo ao longo do tempo.

Mais tarde, Thorndike e Skinner descreveram o condicionamento operante, o intermitente e o comportamento de superstição através de experimentos com gatos, ratos e pombos. Ao contrário do condicionamento clássico, o operante envolve alterações comportamentais mais complexas, voluntárias e funcionais, em que o sujeito de experimento opera o ambiente, e não apenas emite simples reflexos neurofisiológicos (Goodenough et al. 2010; Ferraz 2011). O animal aprende por tentativa-e-erro a associar uma ação voluntária com a conseqüência que segue a ação. Por exemplo, ratos e camundongos podem ser treinados para movimentar uma alavanca (condicionado) para receberem água ou alimento (incondicionado). Essa relação é descoberta por acaso pelo animal e em seguida ele estabelece uma relação entre a sua atividade e as consequências no ambiente (Alcock 2013). Da mesma maneira, o animal pode perceber que ao ascender de uma luz (condicionado) pode-se evitar a região da gaiola que há emissão de choques elétricos (incondicionado). O condicionamento pode ser usado para treinamentos ("melhoramentos") de tarefas complexas, sendo que o treinador pode requerer performances cada vez mais complexas do animal para que este consiga melhores recompensas (Goodenough et al. 2010). Finalmente, através de tentativas de condicionamento, Skinner demonstrou o comportamento supersticioso em pombos, quando produziu conexões acidentais de um comportamento voluntário na apresentação de um reforçador (Skinner 1948).

Outros tipos de aprendizado são o aprendizado latente (memorização "inconsciente"), o por tentativa-e-erro com sucesso eventual (ou aprendizado acidental), e o por discernimento (*insight*) (Danchin et al. 2010; Ferraz 2011). O latente diz respeito à associação de estímulos ou situações indiferentes sem nenhuma recompensa evidente. O comportamento exploratório pode ser visto como meio de aprendizado latente: embora não ofereça nenhuma recompensa evidente ou imediata, provoca excitação ao confrontar a neofilia com a neofobia (afinidade e medo do novo, respectivamente) e permite conhecimento para ser aplicado em eventos futuros, como a fuga de predadores ou busca de recursos em uma área conhecida.

Antes de conceituar os demais tipos de aprendizado, vale definir o conceito de aprendizado social, já que podem ser variantes deste (ver Heyes 1994). O aprendizado social é o aprendizado com base na experiência do outro (Danchin et al. 2010; Davies et al. 2012; Alcock 2013). É a obtenção de informação por observação de, ou interação com outro indivíduo (geralmente um coespecífico) ou o seu produto. Os processos envolvidos no aprendizado social não precisam ser ativos ou intencionais. Algumas modalidades são: o aprendizado por observação (aprende o que fazer), por imitação (aprende como fazer), e por demonstração (ensinamento intencional) (Goodenough et al. 2010; Ferraz 2011). O aprendizado social por observação ocorre quando um objetivo é alcançado sem copiar precisamente o indivíduo observado. O por imitação consiste em (tentar) replicar a conduta de outros indivíduos em determinados contextos, geralmente através da observação de indivíduos mais velhos, com mais experiência e aparentados. A imitação é difundida em animais que vivem em grupos sociais e tem papel importante inclusive na manutenção de tradições e culturas humanas e não-humanas (Jablonka & Lamb 2010; Shumaker et al. 2011). A demonstração ou ensinamento é o comportamento intencional que facilita o aprendizado em outros (Hoppitt et al. 2008), e que tende a ser realizada por indivíduos com mais experiência. Consiste na demonstração finalística de uma atividade perante outro indivíduo menos experiente, e envolve um custo para o demonstrador (Goodenough et al. 2010; Alcock 2013). Para se verificar a ocorrência de demonstrações, alguns critérios devem ser satisfeitos: o demonstrador modifica seu comportamento na presença de um observador, a atividade incorre em um custo inicial para o demonstrador, o comportamento do demonstrador guia o do observador, e o observador adquire a nova habilidade ou conhecimento de maneira mais rápida do que de outra maneira (Hoppitt et al. 2008). Embora a ocorrência de demonstração em animais seja escassa, a ocorrência em formigas, frangos, suricatas, guepardos e micos-leões, sugere que este é um comportamento que pode ser expresso através de regras simples e não necessita de cérebros tão complexos (Thornton & McAuliffe 2006; Hoppitt et al. 2008; Rapaport 2011). Outrossim, esse tipo de aprendizado é disseminado e essencial para os humanos durante os processos de transmissão comportamental e simbólica (Jablonka & Lamb 2010; Whiten et al. 2011).

Finalmente, uma contribuição da Psicologia Cognitiva frente ao demasiado uso do conceito de associação pelo behaviorismo para explicar muitos comportamentos, foi o conceito de discernimento ou *insight* (Danchin et al. 2010; Ferraz 2011). O discernimento surge como uma reorganização de experiências e a captação de relações significativas do meio, e produz uma repentina e nova resposta para um novo problema. Baseados em experiências prévias, muitos organismos, além do homem, raciocinam para responder a um determinado fim através da habilidade de combinar espontaneamente duas ou mais experiências, relacionadas ou isoladas, para formar uma nova experiência que é eficaz para a obtenção de algo. Em resumo, este processo pode ser entendido como uma nova resposta através de associações. Por fim, quanto mais complexo é o cérebro e o ambiente social ao longo da vida de um indivíduo, mais seu comportamento será flexível devido à aprendizagem e discernimentos.

Resultante de mecanismos de aprendizagem social é o fenômeno das tradições e culturas (Laland et al. 2007; Jablonka & Lamb 2010; Shumaker et al. 2011; Whiten et al. 2011). Quando se adquire informação dos outros, os padrões comportamentais podem ser modificados, herdados horizontalmente (não necessariamente entre aparentados), fixados na população e espalhados para outros grupos e populações. Os comportamentos podem ser transmitidos de gerações ancestrais para descendentes, desde que haja sobreposição temporal entre elas. Em resumo, a cultura pode ser definida pela abordagem evolutiva do comportamento como um fenômeno populacional, um conjunto de comportamentos aprendidos e transmitidos socialmente entre gerações, que têm a capacidade de alterar o fenótipo dos indivíduos ou o ambiente (Whiten et al. 2011). Quando o conjunto desses comportamentos aprendidos se torna estável ao longo do tempo em um determinado grupo, ele pode ser chamado de tradição.

CAUSAS PRÓXIMAS E ÚLTIMAS - OU AS QUATRO QUESTÕES DO COMPORTAMENTO

Já foi discutido acima, que conceituar o termo comportamento não é uma tarefa trivial. Não obstante, explicar porque o comportamento ocorre também não é uma empreitada simples. Tinbergen, cofundador da Etologia e do periódico científico internacional *Behaviour* (em 1948), argumentou que deve-se estudar o comportamento diante de quatro problemas: mecanismo, função, evolução e desenvolvimento (Danchin et al. 2010; Davies et al. 2012; Alcock 2013; Beer 2020). As quatro questões/explicações referem-se a diferentes níveis de análise e podem ser separadas em causas próximas (mecanismo e desenvolvimento) e últimas (função e evolução) do comportamento. As causas próximas dizem respeito aos mecanismos, às explicações das causas internas do organismo que ocorrem durante o tempo de vida de um animal, e respondem como os sistemas genéticos e morfoneurofisiológicos permitem o animal se comportar (Alcock 2013). As causas últimas são explicações históricas, evolutivas, traçadas em eventos que ocorreram ao longo

de gerações. Explicam o porquê dos comportamentos e seus mecanismos terem sidos favorecidos pela seleção natural (Alcock 2013). No fundo, as causas últimas explicariam a existência das causas próximas, já que ajudariam a determinar por meio de reprodução diferencial, quais os genes sobreviveriam no corpo do animal até o presente para produzir o substrato e aparato que o permite se comportar de forma adaptada (Alcock 2013). Abaixo, as quatro questões são explicitadas:

1. Mecanismo: Qual é e como o mecanismo genético e/ou morfoneurofisiológico controla e regula o comportamento?
2. Desenvolvimento: Como um comportamento animal muda durante seu crescimento, especialmente em resposta ao seu desenvolvimento via interações genético-ambientais?
3. Função: Quais foram as pressões seletivas e como o comportamento contribui com a habilidade animal de sobrevivência e reprodução? Ou melhor, qual o valor adaptativo do comportamento?
4. Evolução: Como e quais os eventos históricos permitiram o aparecimento do comportamento atual ao longo da filogenia? Ou melhor, qual é a história evolutiva do comportamento?

Em cada nível de análise, a riqueza de hipóteses concorrentes pode ser numerosa, mas as quatro explicações tendem a ser mais complementares do que exclusivas (Danchin et al. 2010; Alcock 2013). Ou seja, todos os exemplos de comportamentos requerem uma explicação em cada um desses níveis. Mas o que ocorre é que para cada pergunta, geralmente os métodos são particulares. Assim, algumas disciplinas, escolas ou linhas de pesquisa se preocupam mais em responder uma das questões e poucos cientistas ou grupos de pesquisa conseguem individualmente demonstrar as quatro explicações (Danchin et al. 2010). As perguntas próximas requerem ambientes especificamente controlados, manipulações e experimentações, ao passo que as questões últimas requerem geralmente observações no ambiente natural com a mínima interferência do observador, e uma abordagem comparativa entre diferentes grupos em diferentes ambientes. Notadamente, para um dado comportamento, o vínculo explicativo em diferentes níveis pode ser difícil. Mas a inexistência de vínculos pode tornar prejudicial a comunicação entre diferentes áreas do conhecimento e, ainda, evidenciar fraquezas de premissas ou métodos de algumas abordagens que se apoiam massivamente em um único nível explicativo (ver abaixo o problema do *behavioral gambit*; Fawcett et al. 2013).

Para exemplificar essas questões, pensemos no comportamento de comer. Uma causa próxima do ato de comer pode ser devido à fisiologia da fome (mecanismo) para que o organismo adquira energia e nutrientes que levará a sobrevivência e reprodução (função). Fome e comer são evolutivamente ancestrais e são achados nas espécies de animais (evolução) e são desenvolvidos precocemente no tempo de vida de um organismo, provavelmente próximo ou logo após o término do vitelo ou da placenta (desenvolvimento) (modificado de Wikipedia 2016).

RAMIFICAÇÕES

Embora atualmente tenha aumentado o interesse em pesquisas sobre as explicações últimas do comportamento, todas as quatro questões continuam em voga e interativas. Como destacado anteriormente, a Etologia (clássica) se aproximou mais às Neurociências, à Fisiologia e à Biologia do Desenvolvimento, e deu origem a outras disciplinas que possuem interesses principalmente nas questões próximas (*e.g.* Neuroetologia; Endocrinologia Comportamental) (Danchin et al. 2010; Alcock 2013). As questões últimas, ou melhor, como os comportamentos contribuem e evoluíram para a sobrevivência e reprodução do indivíduo, têm sido abordadas principalmente pela Ecologia Comportamental (ver abaixo), que utiliza-se também de conhecimentos da Sociologia, Ecologia, Evolução e Economia (Danchin et al. 2010).

Durante a década de 1970 houve um avanço no interesse e na análise do comportamento social. O etólogo inglês John Crook publicou um importante artigo em que ele distinguiu a Etologia Comparada da Etologia Social e argumentou que muito da Etologia (clássica) que existiu era Etologia Comparada, enquanto o futuro deveria ser o estudo do comportamento social (Wikipedia 2016). Também em 1970, o livro de Robert Ardrey *The Social Contract: a personal inquiry into the evolutionary sources of order and disorder* foi publicado. Esses estudos investigaram o comportamento social animal que foi comparado ao comportamento social humano como um fenômeno similar (Danchin et al. 2010). Por fim, vale ressaltar duas importantes publicações: o livro de Edward O. Wilson intitulado *Sociobiology: the new synthesis* foi publicado em 1975 (Wilson 1975), que integrou os conceitos da Etologia, Ecologia, Genética de Populações e Evolução, e o artigo de Stephen Emlen e Lewis Oring de 1977 (Emlen & Oring 1977), que modelou os sistemas de acasalamento e seleção sexual em aves com base em parâmetros ecológicos, basicamente de recursos, dando início à Socioecologia, cujos modelos foram bastante refinados quando aplicado aos estudos de primatas (Strier 2021). Desde então, o estudo do comportamento tem sido muito mais voltado para os aspectos sociais evolutivos e ecológicos. A nova síntese da Sociobiologia possui como principais fundações teóricas para o entendimento do comportamento social (Wilson 1975; Dawkins 2007; Wilson & Wilson 2007): 1)- a seleção de parentesco e aptidão indireta (genética) e inclusiva de William Hamilton, que considera a seleção de comportamentos altruístas dirigidos para aparentados, e avalia o papel dos parentes na aptidão genética de um dado indivíduo, 2)- a reciprocidade na cooperação entre indivíduos não-aparentados e 3)- a assimetria no investimento sexual e parental entre os sexos, ambas de Robert Trivers, e 4)- a seleção sexual de Darwin, que age em traços que afetam o cruzamento e a fertilização diferencial entre os indivíduos e envolve dois processos: seleção por competição intrassexual para acasalar (geralmente mais intensa nos machos) e seleção por escolha de parceiros para acasalar (geralmente mais intensa nas fêmeas). O famoso livro O Gene Egoísta de Richard Dawkins (Dawkins 2007) exprime de forma didática as teorias acima.

Tendo como preceito da Etologia clássica que os comportamentos evoluem, o comportamento social pôde também ser pensado como uma adaptação. Em linhas gerais, a Sociobiologia tem como principal pergunta: os animais se comportam socialmente de maneira adaptativa perante seus coespecíficos nos ambientes ecológicos e sociais (ou qual o valor adaptativo do comportamento social)? Resumidamente, a Sociobiologia atual foca nos mecanismos (seleção social sexual e não-sexual, *sensu* Lyon & Montigomerie 2012) e processos (competição e escolha) que agem nas variações de aptidão dependentes de interações sociais. Com essa abordagem evolutiva, a Sociobiologia, por um lado, aproximou a Biologia, a Psicologia (Evolucionista) e as Ciências Sociais, e por outro lado, propiciou o desenvolvimento da Ecologia Comportamental também no começo da década de 1970 (Wilson & Wilson 2007; Danchin et al. 2010).

O relacionado e recente desenvolvimento da Ecologia Comportamental também tem ajudado a transformar o estudo do comportamento no ambiente, preocupando-se em elucidar as estratégias de como os animais acham comida, evitam predadores e balanceiam essas demandas conflitantes, conforme o conceito otimização de recursos (Strum & Fedigan 2000; Danchin et al. 2010; Davies et al. 2012). A Ecologia Comportamental é a investigação científica de como o comportamento evoluiu conforme as condições ecológicas. Reconhece, portanto, que o comportamento é dependente do contexto, e reconhece a interdependência entre comportamento e ecologia ao longo do tempo (López-Sepulcre 2011; Westneat 2011; Nettles et al. 2013). Se há no comportamento variação, herdabilidade e aptidões diferenciadas para as distintas ações variantes, a seleção natural ocorrerá por consequência (Danchin et al. 2010). As decisões dos indivíduos ocorrem perante inúmeras possibilidades alternativas de ação (variabilidade) e eles se decidiriam pela mais econômica em termos biológicos. Nota-se que o conceito de comportamento para a Ecologia Comportamental refere-se às decisões, “escolhas” adaptadas, tomadas perante as possibilidades do ambiente (Danchin et al. 2010). Decisões são resultantes de poderosos cálculos do processo evolutivo, mais do que habilidades cognitivas individuais de escolhas conscientes (Fawcett et al. 2013; Danchin et al. 2010). Para a Ecologia Comportamental, o objeto de estudo é então o conjunto de processos de decisões por meio dos quais os indivíduos ajustam o seu estado às variações do meio.

Assumidamente, a disciplina usa uma visão adaptacionista para considerar os custos e benefícios das tomadas de decisões e para entender como as compensações são resolvidas pela seleção natural (Danchin et al. 2010). Neste contexto, aplica-se o conceito de balanço ou compensação, que ocorre quando, dada uma quantidade de recursos, algumas características melhoram um aspecto do desempenho, ao passo que diminuem necessariamente o de outro, sendo impossível aumentar os dois de uma só vez (e.g. sobrevivência vs. reprodução; Garland 2014). E utiliza-se como modelos as teorias da otimização de recursos e a teoria dos jogos, oriundas da Economia, que deram grande poder preditivo ao estudo do comportamento (Giraldeu & Dubois 2008; Fawcett et al. 2013;

Danchin et al. 2010). A primeira teoria prediz que um determinado comportamento só faria sentido biológico se os benefícios para o animal fossem maiores do que os custos e, ao final, as vantagens de alocação de energia/tempo fossem traduzidas em maior aptidão (reprodução e sobrevivência diferenciadas). A segunda teoria, a Teoria Evolutiva dos Jogos de John Maynard Smith, é importante especialmente em contextos sociais, pois o sucesso de um comportamento depende do que os outros estão fazendo na mesma população. A evolução do comportamento pode ser vista, então, como jogos competitivos entre estratégias comportamentais que tendem a se estabilizar na população via seleção dependente de frequência (Giraldeu & Dubois 2008; Danchin et al. 2010; Alcock 2013).

Ao longo da evolução, a seleção natural favoreceria os indivíduos que adotassem as estratégias de vida que maximizassem seus lucros em sobrevivência e reprodução, assegurando suas contribuições genéticas (diretamente por si ou indiretamente através de parentes) para as gerações futuras. Uma vez que o sucesso de sobrevivência e reprodução depende largamente dos comportamentos, a seleção tenderia a desenhar indivíduos que são eficientes em forragear, cortejar, fertilizar, evitar predadores, cuidar da prole, etc. Porém, os recursos são limitados, bem como as capacidades dos animais, o que resulta em compensações envolvidas entre essas várias atividades (Danchin et al. 2010; Garland 2014). Perante esta abordagem, pode-se indicar que "tal comportamento é mais vantajoso do que outro", ou "os custos para tal comportamento são mais altos do que os benefícios", sendo que este último tenderia a ser eliminado pela seleção natural. Um animal pode ter que escolher entre uma mancha alimentar próxima, mas pequena e outra distante, mas de maior qualidade. A escolha dependeria do balanço entre os custos (investimento de tempo e energia) e os benefícios (alto retorno energético bruto), e das restrições inerentes ao próprio organismo (Danchin et al. 2010; Fawcett et al. 2013). Logo, as estratégias com a maior razão benefício/custo poderiam ser entendidas como ótimas (maior lucro possível) para o indivíduo em um dado ambiente, e então, "darwinianamente" replicadas ao longo da evolução. Caso o indivíduo tenha que lidar com a presença de outros indivíduos e suas estratégias, as frequências de ambas se estabilizariam quando o ganho para os distintos competidores fosse o mesmo, atingindo o chamado Equilíbrio de Nash (Giraldeu & Dubois 2008; Danchin et al. 2010; Davies et al. 2012; Fawcett et al. 2013; Alcock 2013). As estratégias em equilíbrio e que não permitem a invasão de outras no sistema foram reconhecidas como Estratégias Evolutivamente Estáveis (EEE), conforme a Teoria Evolutiva dos Jogos. Somente se o sistema (*i.e.* população, ambiente) for significativamente perturbado (mudanças e dinâmicas sociais e ecológicas), outra variante poderia assumir a posição. Dados empíricos provenientes de aves, mamíferos e insetos têm confirmado que tanto a compensação entre as atividades e seus retornos energéticos, quanto a frequência de distintas estratégias comportamentais estão muito próximas ao ponto ótimo previsto pela teoria da otimização e ao equilíbrio de Nash, respectivamente (Danchin et al. 2010). Em outras palavras, esses estudos suportam que os organismos se comportam muito próximo ao ótimo, ou pelo menos de uma maneira em que quase todos saem ganhando.

Inicialmente, a Ecologia Comportamental focou no estudo do forrageamento, mas hoje os temas se ampliaram para quase todos os assuntos sociais (Danchin et al. 2010). Como não só o conceito de otimização dos custos e benefícios, mas também o princípio das decisões, e das interações entre estratégias competidoras podem ser aplicados para a seleção sexual e outras relações sociais, a Ecologia Comportamental acabou englobando a Sociobiologia (Danchin et al. 2010). A obra unificadora mais importante ou emblemática dessa união são as edições publicadas desde 1978 de *Behavioral Ecology: an evolutionary approach* de John R. Krebs e Nicholas B. Davies (Davies et al. 2012). Atualmente, a Ecologia Comportamental possui duas linhas principais de investigação extremamente frutíferas: 1- o quanto as variáveis ou condições ambientais (e sociais) prevêem as variações do comportamento, e 2- as consequências dessas variáveis na aptidão (*proxy*: energia, acasalamento, número de prole, sobrevivência, etc.) (Nettles et al. 2013). Não obstante, desde o seu início, a Ecologia Comportamental tem recebido críticas, principalmente por possuir um arcabouço teórico-evolutivo unicamente adaptacionista (panselecionista), ao invés de um mais plural (Gould & Lewontin 1979; Lewontin & Levins 2007). Também recebe críticas por um certo agnosticismo sobre as restrições filogenéticas e neurais inerentes aos animais para que eles possam se comportar de maneira ótima (Fawcett et al. 2013). Há uma carência de demonstração do vínculo entre as decisões ou adaptações comportamentais e seus mecanismos próximos (*e.g.* mecanismos genéticos e neurais), e assume-se que num primeiro momento eles não são importantes para teorizar sobre as funções últimas do comportamento (suposição do *behavioral gambit*) (Geraldeau & Dubois 2008; Fawcett et al. 2013) - de fato, a Ecologia Comportamental é conhecida por ser uma abordagem comparativa, principalmente, fenotípica (Danchin et al. 2010). O programa também é criticado pelo uso excessivo do modelo competitivo, que assume a limitação de recursos, bem como recebe críticas pela visão demasiadamente centrada no indivíduo e no gene, desmerecendo outros níveis de seleção (Gould & Lewontin 1979; Sussman et al. 2005; Lewontin & Levins 2007; Wilson & Wilson 2007).

Finalmente, a ideia de evolução comportamental pode ser, de certa forma, desvinculada da herança genética (Jablonka & Lamb 2010), e isso pode ser mais comum para padrões socialmente aprendidos (Jablonka & Lamb 2010; Whitten et al. 2011). Levando-se em conta o conceito de cultura acima explicado, a evolução cultural passaria a ser, resumidamente, a mudança ao longo do tempo na natureza e na frequência dos comportamentos socialmente transmitidos em uma população. Teoricamente, o valor adaptativo de um dado padrão cultural poderia ser averiguado através do método comparativo ou mesmo histórico, atualmente empregado pela Ecologia Comportamental (Whitten et al. 2011; Nettles et al. 2013).

ESTADO DA ARTE

Desde o fim do século XIX até meados da década de 1980, os principais organismos investigados quanto ao comportamento natural eram insetos sociais, aves e mamíferos (especialmente primatas não-humanos), passando para um grande interesse no estudo de artrópodes e anfíbios em geral na década de 1990 e, posteriormente, um aumento de estudos em outros grupos de aves, animais domésticos e nos de importância econômica (Owens 2006; Ord et al. 2005; Danchin et al. 2010). Nas décadas de 2000 e 2010, assuntos quentes sob investigação na área do comportamento animal passaram a ser uma miríade, mas, pelo menos para a Ecologia Comportamental, além dos avanços na teoria do forrageamento social (Strum & Fedigan 2000; Giraldeau & Dubois 2008), houve uma ênfase nos estudos sobre seleção sexual, particularmente os relacionados à escolha de parceiros sexuais e a teoria dos "bons" genes, enquanto que as contingências ecológicas do contexto social têm sido de certa forma ignoradas (López-Sepulcre 2011; Westneat 2011). Outros temas quentes e atuais de investigação têm sido o controle neural, aprendizagem, cognição, fluxo de informação (comunicação), personalidade, tradições, cooperação, forrageamento social, decisão em grupo, comportamento interespecífico, plasticidade fenotípica (flexibilidade comportamental), herança epigenética, mente, emoção e bem-estar animal, construção de nicho, evolução cultural e comportamento evolutivo humano - quase todos abordados pela visão adaptacionista. Em nível teórico-metodológico, tem sido feito o resgate da "teoria de redes" e a "teoria de acesso" utilizadas pelas ciências humanas para o entendimento dos comportamentos e sistemas sociais de animais não-humanos e suas interações ecológicas (Wey et al. 2008; Whitehead 2008; Kamath & Wesner 2020).

As ciências que estão em contato com o estudo biológico do comportamento animal são: a Agronomia, a Antropologia, a Psicologia, a Sociologia, a Neurociência, a Fisiologia, a Veterinária e a Zootecnia (Owens 2006; Ord et al. 2005). Não sendo somente teórico, o estudo do comportamento animal também possui um variado leque de aplicações, desde a Biologia da Conservação (impactos antrópicos no comportamento, manejos baseados em comportamentos, comportamentos como indicadores e o uso de comportamentos para prever o risco de extinção de espécies) (Berger-Tal et al. 2011; Tobias & Pigot 2019), domesticação, bem-estar animal, até mesmo explicações últimas das atividades e dos impactos humanos no ambiente - ou seja, o próprio entendimento biológico dos humanos (Danchin et al. 2010; Alcock 2013; Nettles et al. 2013). Diante da importância da aplicabilidade do conhecimento sobre o comportamento animal, há um jornal científico especializado sobre a o tema: *Applied Animal Behaviour Science*.

O estudo biológico do comportamento animal é agora uma área científica robusta, que talvez tenha o seu maior refinamento na abordagem da Ecologia Comportamental, que como já mencionado, ampliou sua ação para o estudo de muitos temas. Hoje, há um número considerável de sociedades e de jornais científicos que cobrem o desenvolvimento do assunto, e este número crescente está cada vez mais especializado dentro de cada tema

ou abordagem de estudo. Um dos mais produtivo é o periódico *Animal Behaviour*. Jornais como *Behavioral Ecology*; *Behavioral Ecology and Sociobiology*; *Behavioral Processes*; *Animal Cognition*; *Journal of Ethology*; *Animal Behaviour and Management*, e *Animal Behaviour and Biometeorology* são também importantes atualmente para a divulgação das pesquisas. As explicações próximas e últimas do comportamento são até hoje publicadas no periódico *Behaviour* e no *Ethology*, que Tinbergen e Lorenz, respectivamente, fundaram. No Brasil, a Sociedade Brasileira de Etologia, fundada por César Ades, possui o periódico *Current Ethology* (antiga Revista de Etologia). Vale ressaltar que, infelizmente, a maioria dos autores, jornais e publicações especializadas ainda provém da América do Norte e Europa Ocidental, sendo que os poucos trabalhos da América do Sul, cuja região apresenta uma grande diversidade zoológica, focam geralmente em animais domésticos e outros temas aplicados, sendo publicados em periódicos não tão especializados (Ord et al. 2005; Owen 2006; Jaffe et al. 2020).

O estudo do comportamento animal tem sido agraciado com novas tecnologias, incluindo uma iniciativa para ferramentas bioinformáticas, como o banco de dados eletrônico chamado *EthoBank/EthoSource.* Para animais de difícil observação, tem sido utilizado o Sistema de Informação Geográfica (SIG), que monitora os indivíduos através de satélites (Strum & Fedigan 2000; Ludwig et al. 2015), o uso de *drones* e imagens em infravermelho e termais aéreas (Zhang et al. 2020), câmeras fixas sensíveis a movimentos, ou mesmo acopladas a robôs miméticos a espécies animais para filmagens, gravações e observações remotas (Knight 2005; Strier 2021), e até mesmo o rastreio de "ADN ambiental" (*e-DNA*) dos animais para fins de entendimento de seus níveis de atividade (e.g. Muri et al. 2022). Há também técnicas de identificação de padrões de movimento usando equipamentos de acelerometria triaxial (lateral, dorso-ventral e antero-posterior) (Shepard et al. 2008), e de imagem comportamental, que usa programas para continuamente gravar e rastrear de forma automatizada as poses animais que podem fornecer medidas de posição do corpo inteiro ao longo do tempo e espaço para inferir estados comportamentais (Hayden et al. 2021). A genética do comportamento é outra área que está prosperando graças aos avanços e barateamento das ferramentas moleculares, da genética quantitativa, e da epigenética, que poderão elucidar melhor se e o quanto os fatores genéticos, por exemplo os de parentesco, e ambientais afetam os comportamentos mensurados (Fedigan & Strum 2000; Plomin et al. 2011). Entretanto, o bom e velho método da observação direta continuará sendo imprescindível para o entendimento da conduta animal (Aguiar & Moro-Rio 2009). Assim o "velho" e o "novo" poderão conviver de forma prolífica por muito tempo nesta área. Neste contexto, reiteramos que é importante reforçar as sociedades científicas, particularmente em áreas menos disseminadas, mas ricas em biodiversidade como a América Latina e Caribe, bem como os programas de pesquisa bem consolidados e intensificar os planos de formação de novos estudiosos do comportamento através de cursos e disciplinas curriculares, afim de que a ciência do comportamento animal possa evoluir ainda mais.

REFERÊNCIAS

Addessi, E; Borgi, M; Palagi E. 2012. Is primatology an equal-opportunity discipline? **Plos One** 7 e30458: 1-6.

Aguiar, LM; Moro-Rios, RF. 2009. The direct observational method and possibilities for Neotropical Carnivores: an invitation for the rescue of a classical method spread over the Primatology. **Zoologia** 26: 587-593.

Aguiar, LM; Cardoso, RM; Back, JP; Carneiro, EC; Suzin, A; Ottoni, EB. 2014. Tool use in urban populations of capuchin monkeys (*Sapajus* spp.). **Zoologia** 31: 516-519.

Alcock, J. 2013. **Animal Behavior, an evolutionary approach**. Suderland: Sinauer Associates, Inc. Publishers, 522p.

Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour** 40: 227- 267.

Bateson, P; Martin, P. 2000. **O Projeto da Vida**. São Paulo: Ediouro Publicações, 304p.

Baylis JR. 1976. Sympatric populations of the Midas Cichlid, Cichlasoma citrinellum, and the Arrow Cichlid, C. zaliosum. *Behaviour* 59: 59-69.

Beer C. 2020. Niko Tinbergen and questions of instinct. *Animal Behaviour* 164: 261-265.

Berger-Tal O., Polak T., Oron A., Lubin Y., Kotler B.P., Saltz D. 2011. Integrating animal behavior and conservation biology: a conceptual framework. *Behavioral Ecology* 22: 236-239.

Bergner RM. 2011. What is behavior? And so what? New Ideas in Psychology 29: 147-155.

Burkhardt Jr RW. 2005. *Patterns of behavior: Konrad Lorenz, Niko Tinbergen, and the Founding of Ethology*. The University of Chicago Press, 636p.

Clutton-Brock T. 2002. Breeding together: kin selection and mutualism in cooperative vertebrates. *Science* 296: 69-72.

Coolen I, Giraldeau LA, Vickery W. 2006. Scrounging behavior regulates population dynamics. *Oikos* 116 :533-539.

Cooper HM. 1988. Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in Society* 1: 104.

Danchin E, Giraldeau L, Cézilly F. 2010. *Ecologia Comportamental*. Lisboa: Instituto Piaget, 630p.

Daura-Jorge FG, Cantor M, Ingram SN, Lusseau d, Simões-Lopes PC. 2012. The structure of a bottlenose dolphin society is coupled to a unique foraging cooperation with artisanal fishermen. *Biology Letters* 8: 702-705.

Davies NB, Krebs JR, West SA. 2012. *An introduction to Behavioural Ecology*. Chichester: Wiley-Blackwell, 506p.

Dawkins R. 2007. *O Gene egoísta*. São Paulo: Companhia das Letras, 540p.

Del-Claro, K. 2004. *Comportamento animal, uma introdução à Ecologia Comportamental*. Jundiaí: Livraria Conceito, 132p.

Dobzhansky T, Ehrman L, Kastritsis PA. 1968. Ethological isolation between sympatric and allopatric species of the *Obscura* group of *Drosophila*. Animal Behaviour 16: 79-87.

Emlen ST, Oring LW. 1977. Ecology, Sexual Selection and the Evolution of Mating Systems. *Science* 197: 215-223.

Fawcett T, Hamblin S, Giraldeau LA. 2013. Exposing the behavioral gambit: the evolution of learning and decision rules. *Behavioral Ecology* 24: 2-11.

Ferraz RM. 2011. *Manual de Comportamento Animal*. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 216p.

Garland Jr. T. 2014. Trade-offs. Current Biology 24: R60-R61.

Giraldeau LA, Dubois, F. 2008. Social foraging and the study of exploitative behavior. *Advances in the Study of Behavior* 38: 59–104.

Goodenough J, Mcguire B, Jakob E. 2010. *Perspectives on Animal Behavior*. Hoboken: Wiley, 528p.

Gould SJ, Lewontin RC. 1979. The Spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London B* 205: 581-598.

Groves C. 2011. *Extended family: long lost cousins. A personal look at the history of primatology*. Conservation International, 227p.

Hayden BY, Park HS, Zimmermann J. 2021. Automated pose estimation in primates. American Journal of Primatology e23348.https://doi-org.ez350.periodicos.capes.gov.br/10.1002/ajp.23348

Heyes CM. 1994. Social learning in animals: categories and mechanisms. *Biological Reviews* 69: 207-231.

Hoppitt WJE, Brown GR, Kendal R, Rendell L, Thornton A, Webster MM, Laland KN. 2008. Lessons from animal teaching. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 486-493.

Hoquet T. 2020. Bateman (1948): rise and fall of a paradigm? *Animal Behaviour* 164: 223-231.

Jablonka E, Lamb MJ. 2010. *Evolução em quatro dimensões. Dna, comportamento e a história da vida*. São Paulo: Companhia das Letras, 511p.

Jaffe K, Correa JC, Tang-Martínez Z. 2020. Ethology and animal behaviour in Latin America. *Animal Behaviour* 164: 281-291.

Jones, CB. 2005. *Behavioral flexibility in Primates: causes and consequences*. New York: Springer, 183p.

Kalikow TJ. 2020. Konrad Lorenz on human degeneration and social decline: a chronic preoccupation. *Animal Behaviour* 164: 267-272.

Kamath A, Wesner AB. 2020. Animal territoriality, property and access: a collaborative exchange between animal behaviour and the social sciences. *Animal Behaviour* 164: 233-239.

Kelley EA, Sussman RW. 2007. An academic genealogy on the history of American Field Primatologists. *American Journal of Physical Anthropology* 132: 406-425.

Kinsey AC, Pomeroy WB, Martin CE. 2010. *Sexual behavior in human male*, Volume 1. Ishi Press, 528p.

Knight J. 2005. When robots go wild. *Nature* 434: 954-95.

Laland KN, Kendal JR, Brown GR. 2007. The niche construction perspective: Implications for evolution and human behaviour. *Journal of Evolutionary Psychology* 1–4: 51–66.

Levitis DA, Lidicker Jr, Glenn Freund. 2009. Behavioural biologists do not agree on what constitutes behaviour. *Animal Behaviour* 78: 103-110.

López-Sepulcre A. 2011. The many ecologies of behavior. *Behavioral Ecology* 22: 232-233.

Lorenz K. 1995. *Os fundamentos da Etologia*. Editora da UNESP.

Ludwig G, Aguiar LM, Passos FC. 2015. GPS as an effective tool for study of the home range of Black-and-gold howlers (*Alouatta caraya*) in riparian forests, Southern Brazil. *Neotropical Primates* 22: 19-24.

Lyon BE, Montigomerie R. 2012. Sexual selection is a form of Social Selection. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 367: 2266-2273.

Manning A, Dawkins MS. 2013. An introduction to animal behaviour. Cambridge: Cambridge University Press, 458.

Moynihan M. 1968. Social mimicry; character convergence versus character displacement. *Evolution* 22: 315-331.

Muri CD, Handley LL, Bean CW, Benucci M, Harper LR, James B, Li J, Winfield IJ, Hänfling B. 2022. Spatio-temporal monitoring of lake fish spawning activity using environmental DNA metabarcoding. *Environmental DNA* 00, 1–12, doi.org/10.1002/edn3.343.

Nettles D, Gibson MA, Lawson DW, Sear R. 2013. Human behavioral ecology: current research and future prospects. *Behavioral Ecology.* doi:10.1093/beheco/ars222.

Ord TJ, Martins EP, Thakur S, Mane KK, Borner K. 2005. Trends in animal behavior research (1968-2002): ethoinformatics and the mining of library databases. *Animal Behaviour* 69: 1399-1413.

Owens IPF. 2006. Where is Behavioural Ecology going? *Trends in Ecology and Evolution* 21: 356-361.

Quinn TP, Brannon EL, Dittman AH. 1989. Spatial aspects of imprinting and homing in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *Fish. Bulletin U.S.*: 87: 769-774.

Peterson T, Müller GB. 2016. *Phenotypic Novelty in EvoDevo: The Distinction Between Continuous and Discontinuous Variation and Its Importance in Evolutionary Theory*. Evolutionary Biology 43: 314-335.

Plomin R, DeFries JC, McClearn GE, McGuffin P. 2011. *Genética do comportamento*. Porto Alegre: Artmed, 480p.

Rapaport LG. 2011. Progressive parenting behavior in wild golden lion tamarins. *Behavioral Ecology* 22: 745-754.

Shepard ELC, Wilson RP, Quintana F, Laich AG, Liebsch N, Albareda DA, Halsey LG, Gleiss A, Morgan DT, Myers AE, Newman C, Macdonald DW. 2008. Identification of animal movement patterns using tri-axial accelerometry. *Endangered Species Research* 10: 47-60.

Shumaker RW, Walkup KR, Beck BB. 2011. *Animal tool behavior: the use and manufacture of tools by animals*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 304p.

Skinner FB. 1948. Superstition in the Pigeon. *Journal of Experimental Psychology* 38: 168-172.

Skinner FB. 2003. *Ciência e comportamento humano*. São Paulo: Martins Fontes.

Snowdon CT. 1983. Ethology, comparative psychology, and animal behavior. *Annual Review of Psychology* 34: 63-94.

Sol D, Lapiedra O, González-Lagos C. 2013. Behavioural adjustments for life in the city. *Animal Behaviour* 85: 1101-1112.

Souto A. 2003. *Etologia: princípios e reflexões*. Editora da Universidade Federal de Pernambuco.

Sussman RW, Garber PA, Cheverud JM. 2005. Importance of cooperation and affiliation in the evolution of primate sociality. *American Journal of Physical Anthropology* 128: 84-97.

Strier KB. 2021. *Primate Behavioral Ecology*. Routledged, Taylor & Francis, 593p.

Strum SC, Fedigan LM. 2000. *Primate Encounters: models of science, gender, and society*. The University of Chicago Press, 635p.

Thornton A, McAuliffe K. 2006. Teaching in wild meerkats. *Science* 313: 227-229.

Tobias JA, Pigot AL. 2019. Integrating behaviour and ecology into global biodiversity conservation strategies. *Philosophical Transactions of the Royal Society* B 374: 1-11.

Waal FBM. 2003. Silent invasion: Imanishi's primatology and cultural bias in science. *Animal Cognition* 6: 293-299.

Westneat DF. 2011. Behavioral ecology: 40 years of fusion with ecology. *Behavioral Ecology* 22: 234-235.

Wey T, Blumstein DT, Shen W, Jordán F. 2008. Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. *Animal Behaviour* 75: 333-344.

Whitehead H. 2008. *Analyzing animal societies: quantitative methods for vertebrate social analysis.* University of Chicago Press, 320 p.

Whiten A, Hinde RA, Laland KN, Stringer CB. 2011. Culture evolves. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 366: 938-948.

Wilson EO. 1975. *Sociobiology: the new synthesis*. Cambridge: Harvard University Press, 720p.

Wilson DS, Wilson EO. 2007. Rethinking the theoretical foundation of sociobiology. *The Quarterly Review of Biology* 82: 327-348.

Yamamoto ME, Volpato GL. 2011. *Comportamento Animal*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Zhang H, Wang C, Turvey ST, Sun Z, Tan Z, Yang Q, Long W, Wu X, Yang D. 2020. Thermal infrared imaging from drones can detect individuals and nocturnal behavior of the world's rarest primate. *Global Ecology and Conservation* 23: e01101.

CAPÍTULO 4

COMPARAÇÃO DA TAXA DE ABSORÇÃO DE UMIDADE, CAPACIDADE DE SECAGEM E RELAÇÃO CARBONO:NITROGÊNIO DE MATERIAIS UTILIZADOS PARA CAMA DE AVIÁRIO

Data de submissão: 15/01/2024

Data de aceite: 01/03/2024

Larissa Santana Lopes
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Curso de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8914063564617572

João Soares Gomes Filho
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Departamento de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
https://orcid.org/0000-0003-3371-3368

José Ricardo Soares Telles de Souza
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Departamento de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/3072868139954391

Fernanda Soares Gomes
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Curso de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/6937294340022274

Danielle Rodrigues De Sousa
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Curso de Zootecnia.
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/5313486821329326

Steyce das Neves Barbosa
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - PPGCA.
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-1806-4358

Eduardo Michelon do Nascimento
Universidade Federal da Bahia – UFBA, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ.
Salvador – Bahia
https://orcid.org/0000-0002-8138-2295

Élice Brunelle Lessa dos Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-2632-1040

Sánara Adrielle França Melo
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - PPGCA.
Petrolina – Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-3337-3597

RESUMO: Objetivou-se através deste estudo avaliar a absorção e secagem de diferentes materiais utilizados como cama de aviário. Foram avaliadas a taxa de absorção, capacidade de secagem e relação carbono/nitrogênio da maravalha (MA), sabugo de milho triturado (SM), casca de arroz (CA), feno de capim Marandu (FM), bagaço de cana (BC) e palha de bananeira (PB), esse último como possível alternativa para os avicultores. A primeira etapa do

estudo consistiu em fazer um *pool* de cada amostra. Na segunda etapa, foi padronizado o teor de umidade dos materiais a 3%. Na terceira, 7 repetições por material, com 20 g cada, foram submersas em água, durante 12 horas. Na quarta, cada material encharcado foi pesado a cada 6 horas, durante um ciclo de 24 horas. Na quinta e última etapa, foram realizados testes de relação C/N em todas as amostras. Para a avaliação da taxa de absorção e relação carbono: nitrogênio o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis materiais e sete repetições e seis materiais e cinco repetições, respectivamente, com as médias sendo comparadas pelo teste de Tukey. Para o estudo da capacidade de secagem foi realizada uma análise de regressão para avaliar o comportamento da secagem durante o tempo e uma ANOVA, com comparação das médias dos tratamentos em cada tempo pelo teste de Tukey. Observou-se efeito significativo ($p<0,05$) entre o SM e a CA para absorção. Os demais tratamentos não foram afetados. Para a capacidade de secagem, MA, CA, PB e BC apresentaram comportamentos similares ($p>0,05$). Foram encontrados efeitos significativos para a relação C/N ($p<0,05$) entre BC, MA e CA. Pode-se concluir que todos os materiais testados nesse estudo podem ser utilizados como cama de aviário, seja pela sua capacidade de absorver umidade (PB, BC ou SM) ou pela sua capacidade de secagem (CA e MA).
PALAVRAS-CHAVE: Avicultura de Corte; Bem-Estar; Lesões por Contato; Maravalha; Palha de Bananeira

COMPARISON OF THE MOISTURE ABSORPTION RATE, DRYING CAPACITY, AND CARBON-NITROGEN RATIO OF MATERIALS USED FOR POULTRY LITTER

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the absorption and drying of different materials used as poultry litter. The absorption rate, drying capacity, and carbon/nitrogen ratio of Shavings (S), crushed corn cobs (CC), rice husks (RH), Marandu grass hay (MH), sugarcane bagasse (SB), and banana straw (BS) were evaluated, the latter as a possible alternative for poultry farmers. The first stage of the study consisted of making a pool of each sample. In the second stage, the moisture content of the materials was standardized at 3%. In the third, 7 repetitions per material, each weighing 20 g, were submerged in water for 12 hours. In the fourth, each soaked material was weighed every 6 hours for a 24-hour cycle. In the fifth and final stage, C/N ratio tests were carried out on all the samples. For the evaluation of the absorption rate and carbon: nitrogen ratio, the experimental design was entirely randomized, with six materials and seven repetitions and six materials and five repetitions, respectively, with the means being compared using the Tukey test. To study the drying capacity, a regression analysis was carried out to evaluate the drying behavior over time and an ANOVA, with the means of the treatments compared at each time point using the Tukey test. There was a significant effect ($p<0.05$) between CC and RH for absorption. The other treatments were not affected. For drying capacity, S, RH, BS, and SB showed similar behavior ($p>0.05$). Significant effects were found for the C/N ratio ($p<0.05$) between SB, S and RH. It can be concluded that all the materials tested in this study can be used as poultry litter, either because of their ability to absorb moisture (BS, SB, or CC) or because of their drying capacity (RH and S).
KEYWORDS: Banana Straw; Contact Injuries; Poultry Farming; Shavings; Welfare

INTRODUÇÃO

A produção de frangos no Brasil tem crescido ao longo dos anos, sendo considerado o terceiro maior produtor e maior exportador do mundo. Em 2019, foram produzidos 13,2 milhões de toneladas de carne de frango e exportados mais de 4,2 milhões de toneladas (ABPA, 2020). Alguns fatores como o melhoramento genético que proporcionou o abate mais precoce de frangos mais pesados, atualmente aos 42 dias de idade, pesando em média 2,8 kg de peso vivo; a utilização da nutrição balanceada, que atende de forma eficaz as necessidades nutricionais dos animais e os investimentos nos equipamentos que aperfeiçoam a atividade, podem explicar a expansão da avicultura no país (COSTA E FERREIRA, 2011).

No entanto, todo esse avanço na produção de frangos de corte em larga escala, reflete em preocupação quanto ao bem-estar animal (MARTINS, 2013). O cuidado com este aspecto da criação é muito importante, devendo o avicultor oferecer um ambiente confortável, do ponto de vista térmico e físico e total atenção deve ser dedicada aos materiais utilizados para cama de aviário. Sabendo-se que existem vários produtos como palhadas, restos de culturas e fenos que podem ser utilizados como alternativa, a escolha do material e manejo adequado pode reduzir a incidência de lesões por contato e contribuir para um melhor desempenho da avicultura de corte.

A cama de aviário consiste em materiais orgânicos vegetais, podendo ser constituída de apenas um ou de uma mistura destes (CONSOLIN FILHO et al., 2020). O material selecionado deve apresentar características específicas, tais como: ter boa capacidade de absorção; ter partículas de tamanho médio; possuir baixa condutividade térmica, além de ser de baixo custo e apresentar boa disponibilidade para aquisição (AVILA et al., 1992). Desta forma, conhecer e avaliar a capacidade de absorção e de secagem dos materiais de cama avícola pode auxiliar no processo de escolha sobre qual material utilizar para proporcionar conforto dos animais, o aumento da viabilidade econômica e da rentabilidade da produção.

Sendo assim, objetivou-se através desse estudo avaliar e comparar as características que influenciam a eficiência no controle da umidade de materiais utilizados para cama de aviário, além de testar as propriedades de um material alternativo, a palha de bananeira.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de São Luís – MA, no período de dezembro de 2020 a janeiro de 2021. Todos os materiais testados foram coletados em diferentes regiões do estado do Maranhão. Foram utilizados 06 (seis) materiais, sendo: 1 – maravalha comercial (MA), 2 – sabugo de milho (SM), 3 – feno de capim Marandu (FM), 4 – casca de arroz (CA), 5 – bagaço de cana (BC) e 6 – palha de bananeira (PB).

A metodologia empregada para o estudo da umidade seguiu os princípios de análise de alimentos de Silva e Queiroz (2011) e adaptada à metodologia de Farias (2020). Amostras de cada material foram coletadas, fazendo-se um *pool*, sendo secos inicialmente naturalmente e cortados em partículas de 2cm de comprimento (à exceção da CA). As amostras foram submetidas à estufa de ventilação forçada para determinar o teor de umidade e auxiliar na padronização em 3% de umidade por cada material testado.

Após a padronização do teor de umidade das amostras, foram retiradas 20 g por amostra a ser testada, num total de 7 (sete) repetições por material, as quais foram condicionadas em saquinhos de polipropileno, apresentando as seguintes dimensões (20 cm de altura x 15 cm de comprimento), presos por fios de nylon. As sete repetições, dos seis materiais testados foram submetidas, simultaneamente, a um ciclo de imersão em água, com duração de 12 (doze) horas para a determinação da massa encharcada, em gramas. Depois de retiradas da imersão, as amostras passaram por 20 segundos, para escorrimento do excesso de água, em ambiente sombreado e ventilado, onde permaneceram por 24 horas.

Em seguida determinou-se a quantidade de água absorvida pelo material, a qual foi estimada pela diferença entre a massa encharcada e a massa inicial. Após secagem, as massas encharcadas das amostras passaram por 05 (cinco) pesagens, durante 24 horas, com intervalos de 6 horas, sendo: T0 às 10h (quando a amostra é retirada da imersão); T6 – 16h; T12 – 22h; T18 – 4h e T24 – 10 horas da manhã seguinte para determinação dos tempos de secagem. Todas as pesagens foram realizadas em balança semi-analítica.

Para a determinação de Carbono Orgânico Total (COT), foi empregada metodologia proposta por Neto & Barreto (2011), onde foram adicionados 20 mL de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 1N em seguida 40 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). Após, foram aquecidas por 5 minutos em fervura branda, em seguida agitadas suavemente por um minuto e deixadas em repouso por 30 minutos, posteriormente tampou-se com o uso do vidro de relógio.

Logo após, adicionou-se 200 mL de água destilada, em seguida 10 mL de ácido fosfórico concentrado e 1 mL de difenilamina. Por fim, procedeu-se a titulação do excesso de oxidante com solução de sulfato ferroso amoniacal 1N, até mudança da cor púrpura para verde.

O Carbono Orgânico Total foi determinado pela seguinte equação: $COT = [(A - B) \times N \times Pa] \div M$, sendo: COT = carbono orgânico total ($mg.g^{-1}$); A = solução sulfato ferroso gasto na titulação da amostra incubada (mL); B = solução sulfato ferroso gasto a titulação da amostra em branco (mL); N = normalidade da solução sulfato ferroso usado na titulação das amostras; Pa = peso atômico da C ($12mg.meq^{-1}$) e M = massa do material (g).

Para a determinação de Nitrogênio foi utilizada a metodologia de análise de alimentos de Silva e Queiroz (2011) que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação. A matéria orgânica existente na amostra é digerida com ácido sulfúrico e um

catalizador para que o Nitrogênio seja transformado em sal amoniacal (sulfato de amônio). A amostra digerida em ácido é resfriada, diluída em água destilada e alcalinizada com hidróxido de sódio em destilador do tipo Kjeldahl que condensa a amônia desprendida da amostra. A amônia é recuperada em uma solução de ácido bórico e titulada com ácido clorídrico padronizado.

O Nitrogênio total foi determinado pela seguinte equação: NT = [(Va – Vb) x F x 0,1 x 0,014 x 100] ÷ P1, sendo: NT = teor de Nitrogênio total na amostra (%); Va = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra, (mL); Vb = volume da solução de ácido clorídrico gasto na titulação do branco, (mL); F = fator de correção para o ácido clorídrico 0,01 mol/L; P1 = massa da amostra (g); e 0,014 = Miliequivalente-grama do Nitrogênio.

A relação C/N foi determinada através da divisão do teor de carbono total pelo teor de nitrogênio. Para os resultados da capacidade de secagem foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e aplicação do teste de Tukey para comparação das médias entre os materiais, com nível de significância de 5%. Foi realizada uma análise de regressão linear para comparação entre os horários de coleta dos dados.

Para a avaliação da relação carbono/nitrogênio foram testados para análise estatística 6 x 5, sendo 06 (seis) tratamentos (materiais) e 5 (cinco) repetições e para a taxa de absorção utilizou-se 6 x 7, sendo 06 (seis) tratamentos e 7 (sete) repetições. O modelo para ambas às análises utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de até 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram executadas utilizando-se *software* Agrostat®.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Para a taxa de absorção após 12 horas de imersão foi observada diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos, conforme a Tabela 1. A PB e o BC foram os tratamentos que mais absorveram água, com médias de 74,76 g e 69,52 g, respectivamente, sem diferença significativa ($p>0,05$) entre eles. O melhor desempenho da PB pode ter-se dado em função da menor espessura da partícula que poderia ter facilitado a absorção de água, concordando com Oetterer (2016) que afirma que comportamento mais higroscópico de uma fibra vegetal é influenciado pelo tipo de composição celulósica, o tamanho e a espessura da partícula que se liga facilmente com os átomos de H_2O.

Tratamento	Água absorvida (g)
PB	74,77 a
BC	69,52 a
SM	63,53 a b
FM	51,69 b c
CA	41,69 c d
MA	34,85 d
C. V. (%)	14,63

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Tabela 1. Valores médios de absorção de água após 12 h de imersão, para os tratamentos: palha de bananeira (PB), bagaço de cana (BC), sabugo de milho (SM), feno de capim Marandu (FM), casca de arroz (CA) e maravalha (MA).

Para o BC, de acordo com Raiv et al. (1986) o comportamento apresentado pode ser explicado devido à grande porosidade entre as partículas do material, que afeta o balanço entre a quantidade de água, podendo resultar numa maior quantidade de água absorvida. Os menores resultados de absorção foram verificados para os tratamentos CA (41,54 g) e MA (34,84 g).

No caso da CA o resultado obtido diverge do esperado segundo Handreck (1983), que estudando o tamanho das partículas e suas propriedades físicas, observou que em materiais vegetais que apresentavam partículas menores que 0,5 mm (entre 0,1 e 0,25 mm) houve influência no aumento da retenção de água.

Benito et al. (2006), avaliaram a compostagem de resíduos de podas de árvores e concluíram que o melhor material foi aquele que apresentou partículas entre 0,25 e 2,5 mm, pois apresentou uma melhor taxa de umidade, o que corrobora com as afirmações de Garcia et al. (2020), que analisando diferentes materiais, concluíram que materiais que possuem tamanho de partículas menores (como a casca de arroz), têm maior capacidade de absorção de água e consequentemente apresentam maior taxa de umidade.

No caso da MA, o resultado obtido pode ser explicado com base no tamanho médio das partículas, que eram maiores do que os demais tratamentos, concordando com os autores anteriormente citados. Para o FM supõe-se que houve interferência da idade da forrageira em relação à absorção de umidade, pois Carvalho e Pires (2008), reportam que o avanço na maturidade da planta aumenta o teor de fibra, aumentando o teor de lignina em sua composição. Esta maior lignificação diminui a capacidade de absorção da água, visto que a lignina é um composto hidrofóbico. Outros materiais como sabugo de milho e casca de arroz apresentam em média 18 e 29% de lignina, respectivamente, conforme (ROCHA et al., 2017).

Os resultados quanto a capacidade de secagem dos materiais testados em relação ao tempo está disposta na Tabela 2. No tempo 0, a PB, o BC e o SM apresentaram comportamentos semelhantes entre si para a capacidade de secagem, possivelmente

pelas baixas densidades que possuem, o que costuma favorecer a velocidade de secagem dos materiais quando comparados a materiais com maior densidade (FOELKEL, 2016). Percebe-se que à medida que os intervalos de tempo aumentaram, reduziram-se as quantidades de água, sendo que os tratamentos PB e BC não apresentaram diferenças na capacidade de secagem em nenhum dos tempos observados ($p>0,05$).

A CA e a MA apresentaram as menores capacidades de secagem, não diferindo entre si ($p>0,05$) e tiveram comportamentos semelhantes nos tempos (T6, T12, T18 e T24) fato que pode ser explicado pela maior lignificação destes materiais, corroborando com o que foi proposto por Melo (2009) e Soares et. al (2015).

Tratamento	Tempo						
	0	6	12	18	24	R^2	Equação
PB	74,77 a	59,91 a	54,72 a	52,32 a	50,83 a	0,84	Y=30,69 – 0,99X
BC	69,52 a	60,00 a	55,54 a	53,01 a	51,49 a	0,55	Y=66,52 – 0,71X
SM	63,53 a b	47,90 b	42,04 b	38,90 b	36,90 b	0,73	Y=58,30 – 1,03X
FM	51,69 b c	38,69 c	34,93 c	33,09 c	31,48 c	0,56	Y=47,18 – 0,76X
CA	41,69 c d	22,65 d	16,65 d	13,64 d	12,41 d	0,63	Y=69,60 – 0,92X
MA	34,85 d	21,84 d	15,41 d	11,78 d	10,14 d	0,69	Y=34,92 – 1,12X
C.V. (%)	14,63	8,09	7,51	7,43	7,62		

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para capacidade de secagem (peso em g), em função do tempo após imersão, para os tratamentos: palha de bananeira (PB), bagaço de cana (BC), sabugo de milho (SM), feno de capim Marandu (FM), casca de arroz (CA) e maravalha (MA).

Considerando a relação carbono e nitrogênio, o resultado para o BC encontra-se na relação ideal para a compostagem, segundo Kiehl (2004), que afirma que a proporção C/N entre 25 e 35 promovem melhores condições para o composto, pois a proporção entre estes dois elementos está intimamente ligada com a velocidade de degradação da matéria orgânica. O nitrogênio favorece ao maior crescimento microbiano, responsável pela fermentação do substrato que deve ser capaz de reter umidade para que esta fermentação aconteça (SANTOS, 2005).

Tratamento	C/N
BC	31,17 a
MA	22,82 b
CA	15,26 c
PB	7,28 d
SM	5,28 d
FM	2,62 d
C.V. (%)	19,22

BC: bagaço de cana; MA: maravalha; CA: casca de arroz; PB: palha de bananeira; SM: sabugo de milho; FM: feno de Marandu.

Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Tabela 3. Valores médios da relação carbono e nitrogênio (C/N) dos materiais de cama de aviário.

Para a MA e CA, recomenda-se adicionar materiais que possam aumentar o valor de Carbono. De acordo com Avila (1992), comumente as palhadas em gerais são fontes de C e as leguminosas são ricas em N, o que diverge dos resultados obtidos neste trabalho, onde a PB e FM apresentaram uma relação C/N de 7,28 e 2,62, respectivamente.

Benittes (2013) e Silva (2020), não recomendam o uso de maravalha e casca de arroz, pois são materiais de difíceis degradações da matéria orgânica e isto tem a ver com a menor higroscopicidade destes materiais, conforme evidenciado neste trabalho.

Para os materiais que apresentaram estatística semelhante (PB, SM e FM), observou-se que há pouco carbono em relação ao nitrogênio. Kiehl (2004) cita que a relação de C/N muito baixa ocorre perda de N por volatilização de NH_3 o que acarreta transtornos aos animais. Sousa et al. (2016) sugere que o nível máximo permitido a exposição desse componente é de apenas 20 ppm no galpão em toda fase de cria.

Estudos vêm sendo desenvolvidos para sanar esse tipo de problema, como a CAO et al. (2019) que realizaram uma meta análise englobando aditivos como biocarvão, zeólita, superfosfatos, gesso na retenção de N durante a compostagem os quais foram apontados como estratégias favoráveis para reduzir as perdas de N na compostagem, no entanto, os autores mencionaram que existem lacunas que necessitam de complementação em virtude da matéria prima utilizada.

Os tratamentos BC e MA apresentaram as maiores relações C/N, diferindo significativamente entre si ($p<0,05$), com valores médios de 31,17 e 22,82, respectivamente, demonstrando que estruturas de sustentação vegetal apresentam mais lignina e celulose em suas composições, o que aumentaria o teor de carbono nos materiais.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que todos os materiais utilizados nesse estudo podem ser utilizados como cama de aviário, seja pela sua capacidade de absorver umidade como a palha de bananeira, bagaço de cana ou sabugo de milho ou pela sua capacidade de secagem, como a casca de arroz e maravalha. Como perspectiva futura, recomendamos a avaliação do desempenho produtivo de lotes de frangos alojados com palha de bananeira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório Anual 2020** Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/02/abpa-relatorio-anual-2020.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2024.

AVILA, V. S. de; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Circular Técnica, Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1992.

BENITES, V. **Como fazer a compostagem da cama de frango para uso em pastagem**. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23054&secao=Aartigos%20 Especiais>. Acesso em 13 jan. 2024.

BENITO, M. A.; MASAGUER. M.; MOLINER, R. A. de. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. **Bioresource Technology, v.** 97, n. 16, p. 2071-2076, 2006.

CAO, Y.; WANG, X.; BAI, Z.; CHADWICK, D.; MISSELBROOK, T.; SOMMER, S. G.; QIN, W.; MA, L. Mitigation of ammonia, nitrous oxide and methane emissions during solid waste composting with different additives: a Meta-analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 626-635, 2019.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57 (R), p. 13-28, 2008.

CONSOLIN, F. N.; FARIAS, A. J. B.; CONSOLIN, M. F. B.; PIZA, M. A.; CRESPAN, E. R. Estudo de viabilidade da cama de aviário peletizada não compostada como adubo orgânico. **Natural Resources**, v. 10, n. 3, p. 145-161, 2020.

COSTA, S.; FERREIRA, M. **The Saga of the Brazilian Poultry Industry: How Brazil has Become the World's Largest Exporter of Chicken Meat = A saga da avicultura brasileira: como o brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango** - Rio de Janeiro: Insight; São Paulo: UBABEF, 2011. 120 p.

FARIAS, D. L; LOPES, T. A.; LOPES, D. E.; ARAÚJO, B. C. L.; CASTRO, G. M.; MENDES, L. M.; GUIMARAES JUNIOR, J. B. Emprego de maravalhas de Eucalyptus na produção de painéis: uma alternativa para aproveitamento dos resíduos oriundos da usinagem da madeira. **Advances in Forestry Science**. v. 7, n. 3, p. 1101-1109, 2020.

FOELKEL, Celso. Secagem na floresta e ao ar livre de toras e biomassa de eucalipto. **Eucalyptus Newsletter**. nº 51. 2016.

GARCIA, R. G.; PRZYBULINSKI, B. B.; BARBOSA, D. K.; BURBARELLI, M. F. de C. Impacto dos diferentes materiais de cama na ocorrência de pododermatite em frangos de corte. **Avinews Brasil**. Disponível em: <https://avinews.com/pt-br/impacto-materiais-cama-pododermatite-frangos-corte/>. Acesso em: 13 jan. 2024.

HANDRECK, K. A. Particle size and the physical properties of growing media for containers. **Communications in Soil Science and Plant Analysis v.** 14, n. 3, p. 209-222, 1983.

KIEHL, Edmar José. **Manual de Compostagem:** maturação e qualidade do composto. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1998. 171 p.

MARTINS, Ricardo Sant'Anna. **Efeito da Fermentação da Cama de Aviário na Qualidade da Cama, na Ambiência e no Desenvolvimento de Pododermatites em Frangos de Corte**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MELO, Rafael Rodolfo. Uso da casca de arroz na produção de painéis aglomerados. In: MELO, R. R. **Propriedades físico-mecânicas e resistência a biodeterioradores de chapas aglomeradas constituídas por diferentes proporções de madeira e casca de arroz**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

NETO, Egídio Bezerra; BARRETO, Levy Paes. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas.** Recife: Editora Universitária da UFRPE, 261 p., 2011.

OETTERER, Marília. **Mono e dissacarídeos - propriedades dos açucares**. "Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4647702/mod_resource/content/1/Oetterer%20Propriedades%20a%C3%A7ucares.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2024.

RAVIV, M.; CHEN, Y.; INBAR, Y. Peat and peat substitutes as growt media for container-grown plants: *In*: CHEN, Y.; AVNIMELECH, Y. **The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Developments in Plant and Soil Sciences**. Dordrecht: Springer, 1986, p. 227-287.

ROCHA, M. S. R. S. do; ALMEIDA, R. M. R. G; CRUZ, A. J. G. da. Avaliação do potencial energético de resíduos agroindustriais provenientes de diferentes regiões brasileiras. **Engevista**, v. 19, n. 1, p. 217-235, 2017.

SANTOS, Cláudia Ribeiro. **Conforto térmico ambiental e degradação bioquímica de resíduos na criação de cabras leiteiras em sistemas de camas sobrepostas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

SILVA, A. F da; NINA, N. C. da S.; SOUZA, K. F. de; LOURENCO, J. N. de P.; CANIATO, M. M.; OLIVEIRA, O. M. S. Compostagem orgânica com diferentes fontes de carbono e nitrogênio no centro de referência em agroecologia do IFAM-CMZL. *In*: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2020, **ANAIS** [...]. São Cristóvão, Sergipe, Universidade Federal de Sergipe, 2020.

SILVA, Dirceu Jorge; QUEIROZ, Augusto César de. **Análise de Alimentos:** Métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa – MG: Editora UFV, 235 p., 2002.

SOARES, L. S. de; MORIS, V. A. S. da; YAMAJI, F. M.; PAIVA, J. M. F. de. Utilização de Resíduos de Borra de Café e Serragem na Moldagem de Briquetes e Avaliação de Propriedades. **Revista Matéria**, v. 20, n. 2, p. 550-560, 2015.

SOUSA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULA, M. O.; SILVA, A. L.; SOUZA, C. F.; BATISTA, F. J. F.; BARBARI, M. MEDIDAS PARA MINIMIZAR A EMISSÃODE AMÔNIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: REVISÃO. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2016.

CAPÍTULO 5

HERPETOFAUNA DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO MUNICÍPIO DE GUIDOVAL, ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Data de submissão: 11/01/2024 *Data de aceite: 01/03/2024*

Lorena Rocha Pereira
Universidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas, Campus Ubá
Ubá, Minas Gerais, Brasil
http://lattes.cnpq.br/8757960781568946

Rafael Carvalho de Souza
Universidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas, Campus Ubá
Ubá, Minas Gerais, Brasil
http://lattes.cnpq.br/6316292730418082

Maria Alicia Lemes de Oliveira
Universidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas, Campus Ubá
Ubá, Minas Gerais, Brasil
http://lattes.cnpq.br/7212647127580279

Pedro Lucas Mendes Peron
Universidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas, Campus Ubá
Ubá, Minas Gerais, Brasil
http://lattes.cnpq.br/4524911554182513

Jonas Ferrari Morais
Universidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas, Campus Ubá
Minas Gerais, Brasil
http://lattes.cnpq.br/7584830766072012

Ana Carolina Calijorne Lourenço
Universidade do Estado de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas, Campus Ubá
Ubá, Minas Gerais, Brasil
http://lattes.cnpq.br/3730392869126058

RESUMO: Minas Gerais é um estado privilegiado em termos de posicionamento geográfico, por apresentar influência de diversas fitofisionomias e uma enorme mistura de paisagens. A Mata Atlântica, por sua vez, tem enorme representatividade neste estado e contribui para a sua grande riqueza de fauna. Inserida nesse bioma encontra-se a mesorregião da Zona da Mata Mineira, onde a cidade de Guidoval está presente. Entretanto, o que se observa é uma matriz heterogênea de pastagens e culturas na região, pois sua paisagem original encontra-se bastante modificada, restando um mosaico de fragmentos florestais com condições de conservação variáveis. Além disso, a região ainda carece de estudos que visem entender a distribuição das espécies de anfíbios e répteis. Assim, o nosso objetivo foi realizar o levantamento da herpetofauna em uma localidade conhecida

como Serra da Onça, no município de Guidoval, Minas Gerais. Para tanto, durante dois anos realizamos amostragens mensais, através de busca ativa, pitfalls, armadilha de funil e postos de coleta (PC). Foram registradas 20 espécies de anuros (seis famílias), além de 10 espécies de serpentes (quatro famílias). Os métodos de amostragem mais eficientes foram a busca ativa e o PC. A amostragem parece ser suficiente para os anuros, mas o mesmo não acontece para os répteis. Foram registradas espécies generalistas e de áreas abertas, com raras exceções, o que era esperado considerando o empobrecimento das paisagens da área amostrada. Entretanto, isto não significa dizer que a Serra da Onça não seja importante no seu contexto regional. Toda a região da bacia do Rio Pomba, de modo geral, apresenta elevado desflorestamento, necessitando de ações urgentes de recuperação e conservação dos fragmentos remanescentes, especialmente aqueles próximos a nascentes dos afluentes do Rio Pomba. Entendemos que este estudo é um passo primordial no sentido de se entender a representatividade faunística remanescente desta região.
PALAVRAS-CHAVE: Biodiversidade; Mata Atlântica; Anfíbios; Répteis

HERPETOFAUNA FROM A SEASONAL SEMI-DECIDUOS FOREST REMNANT IN THE GUIDOVAL MUNICIPALITY, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

ABSTRACT: Minas Gerais is privileged state in terms of geographic positioning, as it is influenced by different phytophysiognomies and a huge mix of landscapes. The Atlantic Forest, in its turn, has enormous representation in this state and contributes to its great richness of fauna. Inserted in this biome is the Mesoregion of Zona da Mata Mineira, where the city of Guidoval is present. However, what is observed in this region is a heterogeneous matrix of pastures and farming, as its original landscape has been significantly modified, leaving a mosaic of forest fragments with variable conservation conditions. Furthermore, the region still lacks studies aimed at understanding the distribution of amphibian and reptile species. Thus, our objective was to survey the herpetofauna in a location known as Serra da Onça, in the municipality of Guidoval, Minas Gerais. To this end, for two years we carried out monthly samplings, through active search, pitfalls, funnel traps and local collectors. Twenty species of frogs (six families) were recorded, in addition to 10 species of snakes (four families). The most efficient sampling methods were active search and local collectors. Sampling seems to be sufficient for anurans, but the same does not happen for reptiles. Generalist species and those from open area were recorded, with rare exceptions, which was expected considering the impoverishment of the landscapes in the sampled area. However, this does not mean that Serra da Onça is not important in this its regional context. The entire region of the Pomba River basin, as a whole, presents a great deforestation, requiring urgent actions to recover and conserve the remaining fragments, especially those close to the sources of the Pomba River's tributaries. We understand that this study is a primordial step towards understanding the remaining faunal representation of this region.
KEYWORDS: Biodiversity; Atlantic Rainforest; Amphibians; Reptiles

INTRODUÇÃO

Os estados do Sudeste do Brasil são extremamente ricos em termos de biodiversidade (SIMON, PERES & RUSCHI, 2008; RAMBALDI & OLIVEIRA, 2003; ICMBio 2018). Minas Gerais, nesse sentido, tem posicionamento geográfico privilegiado, sendo influenciado por grandes fitofisionomias: a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga (DRUMMOND et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2009). Essa mistura de paisagens (montanhas, vales, beira de rio, ambientes secundários, primários, superfícies lacustres) faz com que a sua riqueza faunística seja especialmente grande (VALVERDE 1958; COSTA et al., 1998; DRUMMOND et al., 2009; NOBRE et al., 2009).

Neste cenário, a Mata Atlântica é bem representativa em Minas Gerais, correspondendo a mais de 41% da area total do Estado, no qual restam apenas cerca de 10% da cobertura original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE 2021). Inserida nesse bioma, e composta por 142 municípios, a mesorregião da Zona da Mata Mineira, onde a cidade de Guidoval está inserida, é uma das áreas mais antigas de colonização europeia do estado (VALVERDE, 1958; ASSIS et al., 2018). Como consequência, sua paisagem encontra-se bastante modificada, sendo composta por um mosaico de fragmentos florestais de vários tamanhos e condições de conservação, em meio a uma matriz heterogênea de pastagens e culturas (VALVERDE 1958; RIBON et al. 2003; ASSIS et al., 2018).

Além disso, nenhum trabalho relacionando a herpetofauna do município de Guidoval e seu entrono foi formalmente publicado, ou seja, a composição faunística da desta localidade é pouco conhecida, especialmente a fauna de serpentes e anfíbios. Todo conhecimento se restringe a um levantamento da Zona da Mata como um todo (ASSIS et al, 2018) ou a levantamentos realizados em municípios pertencentes à mesma bacia hidrográfica, a bacia do Rio Pomba (ASSIS & FEIO, 2007; COSTA et al., 2008; COSTA et al., 2010; MOURA et al., 2012; COSTA et al., 2014; LACERDA et al., 2014).

Relacionado a este contexto, é sabido que o conhecimento das espécies que compõem a fauna de um certo local é o primeiro passo para se pensar em estratégias de conservação e de aproximação entre a população e a natureza. As serpentes, de um modo geral, carregam consigo um estigma de animal perigoso e os anfíbios, por outro lado, são considerados asquerosos. As espécies representantes destes grupos estão entre os animais mais intrigantes e espetaculares, despertando o medo e curiosidade das pessoas, seja de que idade for. Talvez por conseguir se movimentar com agilidade, mesmo sem patas, e estarem envolvidas em acidentes mortais, serpentes são admiradas e consideradas animais sagrados e glorificados em algumas partes do mundo (COSTA et al., 2008; BERNILS et al., 2009). Devido aos acidentes que algumas espécies deste grupo podem causar, elas estão entre os animais mais perseguidos pelo homem. Contudo, a grande maioria das espécies é inofensiva às pessoas. Para se ter uma ideia, das cerca de 50 espécies que ocorrem na Zona da Mata Mineira, apenas oito apresentam interesse

médico (ver ASSIS et al., 2018). Todas os anfíbios e serpentes, venenosos, peçonhentos ou inofensivos, têm seu papel na natureza, sendo predadores ou presas de diversos animais. Além disso, o veneno de muitas espécies são utilizados em pesquisas e servem como base para a elaboração de medicamentos (COSTA et al., 2008).

Por este motivo, é urgente o desenvolvimento de estudos como este, que visam realizar o levantamento da herpetofauna como um passo primordial no sentido de se entender a representatividade faunística remanescente desta região, bem como suas necessidades relativas à recuperação ambiental e conservação. Além disso, trabalhos de levantamento de fauna permitem elaborar planos de ação local para instruir a população sobre as espécies que são realmente peçonhentas, como identificá-las, como agir durante estes encontros e o que fazer em caso de acidentes. Os dados adquiridos após o levantamento também poderão auxiliar diretamente em ações para recuperação e conservação de pontos estratégicos na região.

A HERPETOFAUNA NO BRASIL E NA REGIÃO DE ESTUDO

Globalmente são conhecidas mais de 8700 espécies de anfíbios e mais de 1200 espécies de répteis (FROST, 2024; UETZ & HOSEK 2024). Este grupo faunístico é ricamente distribuído no território brasileiro, sendo o país com maior diversidade de espécies de anfíbios do mundo (1188 espécies; SEGALLA et al., 2021) e o terceiro mais diverso em relação aos répteis (856 espécies; GUEDES et al, 2023). Na Mata Atlântica observamos a maior diversidade de anfíbios no território brasileiro, com as últimas estimativas apontando 543 (*sensu* HADDAD et al., 2013) ou 625 (ROSSA-FERES et al., 2017) espécies conhecidas. Mas, além disso, a Mata Atlântica se destaca pelo elevado grau de ameaça e pelo grande número de endemismos registrados, podendo atingir, por exemplo, 80% das espécies conhecidas de anfíbios anuros nesta região (ROSSA-FERES et al., 2017). Este cenário não é muito diferente no que diz respeito à riqueza de répteis, pois estão contabilizadas cerca de 300 espécies na Mata Atlântica, sendo que 13 endêmicas desta fitofisionomia (TOZETTI et al., 2017). Dentro deste contexto o estado de Minas Gerais se destaca, pois apresenta grande território composto por importantes remanescentes de Mata Atlântica, sendo que ao mesmo tempo figura entre os três estados mais ricos do Brasil em termos de número de espécies de répteis (GUEDES et al., 2023).

Por outro lado, o que observamos no estado de Minas Gerais, assim como no Brasil como um todo, são apenas fragmentos de areas de Mata Atlântica, restando apenas 11% de sua cobertura original (RIBEIRO et al., 2009). Por este motivo, é considerado um dos mais ricos e ameaçados ecossistemas do planeta, o que faz dele uma área prioritária para o desenvolvimento de políticas efetivas de conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2004). Este fato é extremamente preocupante para a herpetofauna, pois a perda e degradação dos hábitats são um dos maiores responsáveis

pelo declínio de populações de répteis e anfíbios (BROOKS et al., 2002; GARDNER et al., 2007). Isso acontece porque a grande maioria das espécies da Mata Atlântica tem fidelidade ecológica, ocorrendo apenas em ambientes de floresta nativa bem conservada e em suas proximidades. Desta forma, a devastação do ambiente e a exploração descontrolada são as principais ameaças para a herpetofauna e outros seres vivos (COSTA et al., 2008; GOMIDES & SOUSA, 2012).

Apesar da riqueza de anfíbios e répteis existente em Minas Gerais, o nível de conhecimento sobre as espécies de Mata Atlântica é ainda insatisfatório e muito fragmentado. Os poucos estudos mostram-se bastante regionalizados (FEIO & CARAMASCHI, 2002; DRUMMOND et al., 2005), uma vez que tendem a se concentrar próximo aos grandes centros de pesquisas (BÉRNILS et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2009). Além de escassos, os trabalhos existentes sobre a herpetofauna da Zona da Mata Mineira são pontuais (ASSAD & FEIO, 1994; SANTOS & FEIO, 2002; FEIO & FERREIRA, 2005; COSTA et al., 2009, 2010; ASSIS et al., 2018). A Zona da Mata de Minas Gerais já apresentava na década de 1980 apenas entre 5 e 6% de floresta nativa (FONSECA, 1985). Em decorrência deste alto grau de devastação, muitas das espécies tipicamente florestais dessa área se tornam restritas às poucas unidades de conservação ou pequenos fragmentos remanescentes (BERTOLUCI, 1998) e muito da biodiversidade local pode já não existir mais na região (e.g. RIBON et al., 2003).

Com localização imprecisa na Zona da Mata, mas aparentemente abrangendo parte dos municípios de Cataguases, Guidoval, Ubá e Visconde do Rio Branco, encontra-se uma região denominada historicamente como Serra da Onça (IBGE, 1966), onde podem ser observados os fragmentos relativamente mais preservadas destes municípios e onde se encontra a localidade estudada. O nome desta região também está historicamente associado ao local onde foi enterrado o coronel Guido Tomaz Marliéria, encarregado por D. João XVI a tomar as terras dos povos originários daquela região (IBGE, 1966). Esta região se caracteriza por ser banhada pela bacia do Rio Xopotó que também corta os municípios de Divinésia, Dona Euzébia, Ervália, Guiricema, Miraí, Rodeiro, São Geraldo, Ubá e Visconde do Rio Brando. Esta sub-bacia faz parte da bacia do Rio Pomba que, por sua vez, deságua da bacia do Rio Paraíba do Sul (LACERDA et al., 2018). Observa-se, portanto, que ainda existem remanescentes de mata importantes na Serra da Onça que precisam ser preservados, podendo compor um corredor ecológico com fragmentos que ligam unidades de conservação, como a Serra do Brigadeiro, por exemplo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O fragmento de mata amostrado se localiza na mesorregião da Zona da Mata Mineira, no município de Guidoval, Minas Gerais, inserida em uma região localmente conhecida como Serra da Onça (Fig. 1). Apresenta altitude média de 302 m em relação ao nível do mar, apresentando clima tropical úmido, com pluviosidade máxima durante o verão e com temperatura média anual de 23°C, com variações entre 18°C (média mínima) e 31°C (média máxima). A região faz parte da Bacia do Rio Paraíba do Sul, sendo banhado pelo rio Xopotó, que é um afluente do Rio Pomba. (IBGE, 2023).
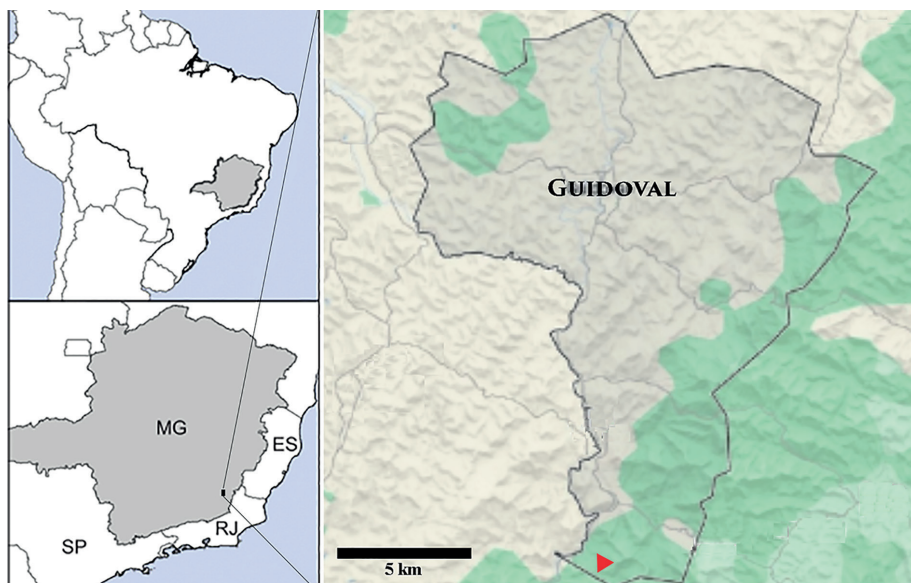
Figura 1. Localização do município de Guidoval, estado de Minas Gerais. O triângulo vermelho representa o perímetro onde os pontos de amostragem foram distribuídos, localizado dentro da região conhecida localmente como Serra da Onça.

De modo generalizado, a Serra da Onça como um todo apresenta diversos pontos com ambiente bastante modificado, através do uso da terra para o plantio e pastagem, o que dificultou o encontro de áreas mais preservadas e que poderia conter espécies mais exigentes. Entretanto, alguns pontos de interesse para a ocorrência de herpetofauna puderam ser selecionados dentro do fragmento escolhido específico. Assim, todos os pontos amostrados foram distribuídos dentro de uma propriedade particular, conhecida como "sítio da Dona Célia", e o acesso à toda a área foi devidamente autorizada pelos proprietários.

Ao longo do perímetro foram identificados dois tipos de ambientes onde as espécies foco poderiam ocorrer: áreas abertas com presença de pontos de areas alagadas formando brejos e um córrego com pontos de mata ciliar relativamente preservada.

Os brejos são formados por água de chuvas e majoritariamente pelo transbordamento do riacho que cruza boa parte da área amostrada. Assim, foram selecionados cinco pontos de amostragem principais ao longo destes ambientes identificados como típicos para a ocorrência da herpetofauna, quais sejam: Brejo 1, Brejo 2, Brejo 3, Mata Ciliar 1 e Mata Ciliar 2 (Tabela 01). Além disso, as trilhas que interligam esses pontos também foram amostradas durante todo o período de coletas, contando com aproximadamente 2 km de extensão. Próximos aos pontos Mata Ciliar 1, Mata Ciliar 2 e Brejo 3 foram adicionalmente instaladas armadilhas de queda, cuja metodologia será descrita na seção a seguir.

Pontos de Coleta	Características	Latitude S	Longitude W
Brejo 2	Área alagada próxima à área aberta e açude artificial	-21,221004	-42,791012
Mata Ciliar 1	Mata ciliar densa. Córrego acidentado	-21,219339	-42,790363
Mata Ciliar 2	Mata Ciliar densa. Córrego com bifurcações e áreas alagadas no entorno	-21,217247	-42,788742
Brejo 3	Area alagada interligada com açude artificial, alimentado por córrego próximo	-21,215994	-42,787151
Brejo 1	Área alagada próximo à residência	-21,221626	-42,792469
Pitfall 1	Armadilha de queda em Y	-21,219315	-42,79015
Pitfall 2	Armadilha de queda em Linha	-21,216894	-42,788509
Pitfall 3	Armadilha de queda em Y	-21,215607	-42,787411

Tabela 1. Descrição dos locais de coleta e supervisão durante o estudo, com suas respectivas coordenadas geográficas.

Amostragem da Herpetofauna

Durante o período de dois anos foram realizadas amostragens mensais, tanto nos períodos mais chuvosos como nos meses de estiagem, a fim de que obtivéssemos um bom esforço amostral e abrangêssemos todas as estações do ano, além de flutuações sazonais durante as temporadas reprodutivas da fauna estudada. Desta forma, as amostragens ocorreram nos meses de janeiro, março, maio, julho, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2020 e 2021, totalizando 16 campanhas de campo.

As metodologias aplicadas foram a busca ativa, armadilhas de intercepção e queda (pitifalls) e armadilhas de funil em pontos prováveis de se encontrar herpetofauna. As buscas ativas foram realizadas sempre por quatro pesquisadores, durante quatro horas seguidas, em todas as 16 campanhas de campo. Cada campanha de campo teve duração de quatro

dias. A cada lado da trilha, uma área de cinco metros foi amostrada até uma altura de três a quatro metros. Foram vistoriados a serrapilheira, troncos em decomposição, cavidades de troncos, a vegetação, buracos no solo, tocas, pedras, margens de riachos e acúmulos de folhagens. Estas vistorias foram realizadas no período diurno e/ou noturno. Todos os animais avistados, ouvidos e/ou coletados, com identificação segura, são registrados o local, a data e a hora do registro.

Para a instalação dos pitfalls seguimos a metodologia modificada de CECHIN & MARTINS (2000), consistindo por baldes de 60 L, enterrados no nível do solo, guiado por lonas ao longo de toda sua extensão, com cerca de um metro de altura. Este arranjo faz com que os animais sejam interceptados e guiados pela lona e caiam dentro do balde. Foram escolhidos três pontos diferentes para a montagem dos pitfall. Cada ponto contou com 4 baldes espaçados entre si por 7. Os pitfall 1 e 3 foram dispostos em “Y” e pitfall 2 em linha (Fig. 2). A armadilha de funil consiste em dois cones de PVC, com formato de semicírculos, posicionados entre si de forma invertida e interconectados através de um corpo cilíndrico feito com tela plástica de náilon, costurada com fio encerado (MAGALHÃES et al., 2009). Três armadilhas de funil foram posicionadas associadas às cercas guias do pitfall e outras três foram posicionadas isoladamente em pontos estratégicos próximos à corpos d`água (Fig. 3). Entretanto, alguns intercorrências ocorreram em relação às armadilhas. Por este motivo, elas foram abertas e/ou posicionadas apenas em uma campanha durante a estação seca e duas durante a estação chuvosa, permanecendo aberta apenas por quatro dias em cada uma delas. Isso ocorreu porque as armadilhas foram danificadas pela ação humana e pelo pisoteio do gado, sendo parcialmente perdidas, impedindo sua utilização durante todo o período de amostragem.
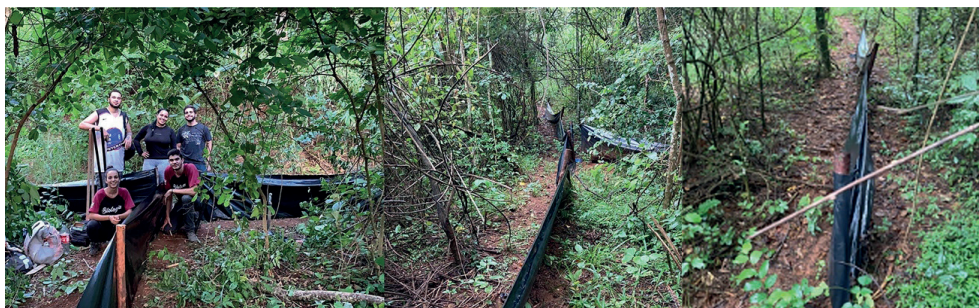
Figura 2. Armadilhas instaladas no “Sítio da Dona Célia”, Serra da Onça, município de Guidoval, Minas Gerais. Pitfall 1 à esquerda e pitfall 3 no centro (armadilhas em “Y”). Pitfall 2 à direita (armadilha em linha). Veja coordenadas na tabela 1.

Desta forma, ao final de todo o período de amostragem, obtivemos esforço amostral de 1024 horas despendidas para a busca ativa (256 horas/coletor; 16 campanhas de campo, quatro dias cada, com duração de quatro horas, com quatro pesquisadores), 3456 horas para armadilhas de queda (288 horas/balde; 12 baldes, aberto por 24 horas em 12 dias) e 1440 horas para as armadilhas de funil (288 horas/funil; cinco funis, 24 horas de amostragem em 12 dias).

Figura 3. Armadilhas de funil utilizadas no "Sítio da Dona Célia, Serra da Onça, município de Guidoval, Minas Gerais. À esquerda um funil instalado em mata ciliar, localizada ao lado do córrego. À direita, uma armadilha de funil instalada no córrego, sendo vistoriada

Outro método de coleta consistiu no recolhimento de exemplares por postos de coleta (PC). Para a realização deste método, os moradores locais foram informados que, ao avistarem uma serpente, deveriam nos informar para que realizássemos o resgate. Além disso, instruímos os moradores que, caso acidentalmente matassem uma serpente durante as atividades de agricultura e pecuária, eles deveriam acondicionar os exemplares em uma leiteira de plástico contendo formaldeído, cedido durante este estudo, e nos avisar para o recolhimento.

Entendemos que um estudo adequado sobre a herpetofauna de uma determinada região necessita de um longo período de amostragens. Por este motivo, mesmo que o nosso estudo tenha sido conduzido ao longo de dois anos, optamos por também estimar a riqueza de anfíbios através de um estimador não paramétrico. Para a fauna de répteis, não utilizamos nenhum estimador de riqueza, nem qualquer outro método estatístico, porque o número de registros total e de amostras em armadilhas foi muito baixo, não

sendo obtido nenhum registro através das armadilhas e apenas dois registros através da busca ativa (quase todos os registros de répteis foram realizados pelo método PC). Desta forma, aapenas a riqueza das espécies de anfíbios anuros na estação amostral foi estimada usando o indicador Jackknife 1 (BURNHAM & OVERTON, 1979), e a curva acumulativa de espécies usando o software estatístico R (CRAWLEY, 2005), considerando cada mês amostrado como uma armadilha. Este estimador é um método de reamostragem não paramétrico usado para estimar a riqueza de espécies e a variância associada como estimativa total quando se entende que o estudo pode estar subamostrado. PALMER (1990) verificou que Jackknife 1 foi o estimador mais preciso e menos enviesado comparado a outros métodos de extrapolação.

Além disso, verificou-se também o status de conservação de cada espécie, através da consulta às listas de espécies da fauna ameaçadas de extinção para o estado de Minas Gerais, para a fauna brasileira e à lista vermelha de espécies ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (DRUMMOND et al. 2008; MACHADO et al., 2021; MMA 2022 a,b; IUCN, 2020, 2022).

Após a coleta, os espécimes capturados foram acondicionados em sacos plásticos e encaminhados para o laboratório da UEMG, onde foram sacrificados seguindo todas as orientações éticas. Amostras de tecidos foram retiradas de alguns espécimes (músculo da coxa) e preservadas em etanol absoluto. Os espécimes coletados foram fixados em formaldeído 10%, sendo depois preservados em etanol 70 %. Tais espécimes estão abrigados na coleção de zoologia da UEMG, mas tem previsão se serem encaminhados e tombados na coleção de herpetologia do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ), até o final de 2024.

RESULTADOS

Fauna de Anfíbios

Após as amostragens foi elaborada uma lista com 20 espécies de anfíbios anuros distribuídas em 10 gêneros e seis famílias (Tabela 2). A família mais abundante foi Hylidae, com 11 espécies (Fig. 4), seguida pela família Leptodactylidae, com seis espécies registradas (Fig.5). Para as demais famílias, Bufonidae, Cycloramphidae e Microhylidae, registramos apenas uma espécie (Fig. 6). Não foram registradas espécies de outras ordens de anfíbios. A família mais abundante. O predomínio de espécies da família Hylidae é um resultado comum em todas as localidades neotropicais (DUELLMAN, 1999).

FAMÍLIA	ESPÉCIES
Bufonidae	*Rhinella crucifer* (Wied-Neuwied, 1821)
Cycloramphidae	*Thoropa miliaris* (Spix, 1824)
Hylidae	*Boana albopunctata* (Spix, 1824), *B. crepitans* (Wied-Neuwied, 1824), *B. faber* (Wied-Neuwied, 1824)*, B. pardalis* (Spix, 1824), *Dendropsophus branneri* (Cochran, 1948), *D. decipiens* Lutz, 1925), *D. elegans* (Wied-Neuwied, 1824), *Phyllomedusa burmeisteri* Boulenger, 1882, *Scinax carnevallii* (Caramaschi and Kisteumacher, 1989), *S. eurydice* (Bokermann, 1968), *S. fuscovarius* (Lutz, 1925)
Leptodactylidae	*Adenomera thomei* (Almeida and Angulo, 2006), *Leptodactylus barrioi* Alves da Silva, Magalhães, Thomassen, Leite, Garda, Brandão, Haddad, Giaretta e Carvalho, 2020, *L. fuscus* (Schneider, 1799), *L. latrans* (Steffen, 1815), *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826, *P. signifer* (Girard, 1853)
Microhylidae	*Elachistocleis cesarii* (Miranda-Ribeiro, 1920)

Tabela 2. Tabela 2. Espécies amostradas no “Sítio da Dona Célia, Serra da Onça, município de Guidoval, Minas Gerais, organizadas de acordo com as famílias correspondentes. Bufonidae (n=1); Cyclorampidae (n=1); Hylidae (n=11); Leptdactylidae (n=6); Microhylidae (n= 1).

Figura 4. Espécies da família Hylidae amostradas no sítio da “Dona Célia”, Serra da Onça, Guidoval, Minas Gerais. Da esquerda para a direita: B. albopunctata; B. creptans; B. faber; B. pardalis; B. creptans (por cima) em amplexo com B. faber (por baixo); D. branneri; D. decipiens; D. elegans; P. burmaisteri; S. carnevallii; S. fuscovarius; S. fuscovarius (por cima) em amplexo com S. eurydice (por baixo).

Figura 5. Espécies da família Leptodactylidae amostradas no sítio da “Dona Célia”, Serra da Onça, Guidoval, Minas Gerais. Da esquerda para a direita: A. thomei; L. barrioi; L. fuscus; L. latrans; P. curvieri; P. signifer.

Figura 6. Da esquerda para a direita: R. crucifer (Bufonidae); T. miliares (Cycloramphidae); E. cesarii (Microhylidae). Espécies amostradas no sítio da “Dona Célia”, Serra da Onça, Guidoval, Minas Gerais.

O estimador Jackknife 1 apontou de modo preciso a riqueza de 20 espécies, com variância de zero, o que revela total acurácia do resultado e coincide com a riqueza real amostrada no estudo. Além disso, podemos observar que a curva do coletor atingiu a assíntota (Fig. 7), o que nos indica que possivelmente a fauna de anfíbios foi adequadamente amostrada.
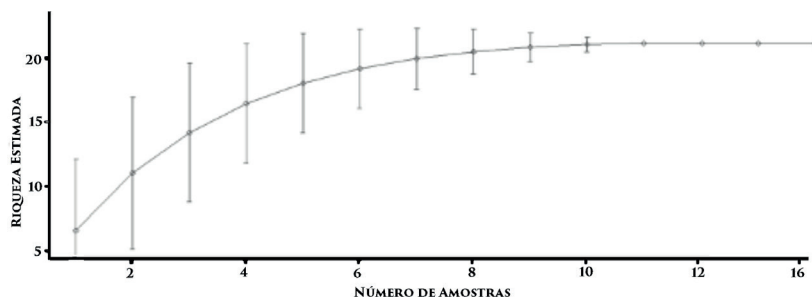
Figura 7. Curva do coletor plotada usando o software estatístico R, obtida a partir do estimador não-paramétrico Jackknife 1, com intervalo de confiança de 95%.

Destas espécies, 17 foram de fato coletadas e três foram apenas visualizadas e/ou identificadas a partir da vocalização durante as buscas ativas no campo (*B. albopunctata*, *E. cesarii* e *S. eurydice*). Entretanto, todas as espécies foram registradas através da busca ativa e apenas duas espécies, *Boana faber e Physalaemus signifer* foram coletadas também a partir da armadilha de interceptação e queda (pitfalls), e apenas uma, *Physalaemus signifer*, também foi amostrada através das armadilhas de funil (Tabela 3).

Espécies	**Método de Amostragem**	**Tipo de registro**
Adenomera thomeii	BA	CO, VI, VO
Boana albopunctata	BA	VO
Boana crepitans	BA	CO, VI, VO
Boana faber	BA, PT	CO, VI, VO
Boana pardalis	BA	CO, VI, VO
Dendropsophus branneri	BA	CO, VI, VO
Dendropsophus decipiens	BA	CO, VI, VO
Dendropsophus elegans	BA	CO, VI, VO
Elachistocleis cesarii	BA	VO
Leptodactylus barrioi	BA	CO, VI, VO
Leptodactylus fuscus	BA	CO, VI, VO
Leptodactylus latrans	BA	CO, VI, VO
Phyllomedusa burmeisteri	BA	CO, VI, VO
Physalaemus cuvieri	BA	CO, VI, VO
Physalaemus signifer	BA, PT, FU	CO, VI, VO
Rhinella crucifer	BA	CO, VI, VO
Scinax carnevallii	BA	CO, VI, VO
Scinax eurydice	BA	VO
Scinax fuscovarius	BA	CO, VI, VO
Thoropa milliaris	BA	CO, VI

Tabela 3. Espécies registradas segundo o local onde foram visualizadas. Onde as siglas significam: (BA) busca Ativa; (PT) pitffall; (FU) funil; (CO) espécie coletada, (VI) espécie visualizada; (VO) espécie ouvida vocalizando.

Como pode ser observado na tabela 4, a maior parte das espécies encontradas foram registradas em áreas abertas e antropizadas, ou seja, são espécies generalistas, que não necessitam grande especificidades do ambiente em que vivem. Apenas duas espécies foram registradas apenas em ambientes mais preservados, *Scinax carnevalli* e *Physalaemus signifer*. Sendo que *S. carnevallii* foi a única espécie que apresentou maior abundância durante o período de estiagem (Tabela 4). Além disso, *B. pardalis*, *L. barrioi* e *P. curvieri* também foram observados em atividade de vocalização em área de mata ciliar, embora menos abundantemente que nas áreas abertas (Tabela 4).

Espécie	**Unidade Amostral**	**Abundância Abusoluta (n)**	**Meses registrados (2020 e 2021)**
FAMÍLIA Bufonidae			
Rhinella crucifer (LC)	Brejo	Menos de 10 (CH e ES)	Mai, Set, Out, Nov
	Mata ciliar	-	-
FAMÍLIA Cycloramphidae			
Thoropa miliaris (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH) Menos de 10 (ES)	Jan, Mar, Mai, Nov
	Mata ciliar	Menos de 10 (CH e ES)	Jan, Mar, Mai, Nov
FAMÍLIA Hylidae			
Boana crepitans (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH) Menos de 10 (ES)	Mar, Mai, Set, Out, Nov, Dez
	Mata ciliar	-	-
Boana faber (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH) Menos de 10 (ES)	Jan, Mai, Jul, Nov
	Mata ciliar	Menos de 10 (CH) Nenhum (ES)	-
Boana pardalis (LC)	Brejo	Menos de 10 (CH e ES)	Jan, Mai, Jul, Set, Out, Nov, Dez
	Mata ciliar	Entre 10 e 30 (CH) Nenhum (ES)	Jan, Mai, Jul, Set, Out, Nov, Dez
Boana albopunctata (LC)	Brejo	Menos de 10 (CH)	Mar, Nov
	Mata ciliar	-	-
Dendropsophus branneri (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH)	Mar, Nov
	Mata ciliar	-	-
Dendropsophus. decipiens (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH)	Set, Out, Dez
	Mata ciliar	-	-
Dendropsophus elegans (LC)	Brejo	Mais de 30 (CH)	Mar, Nov
	Mata ciliar	-	-
Phyllomedusa burmeisteri (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH) Menos de 10 (ES)	Mai, Nov
	Mata ciliar	-	-
Scinax carnevallii (LC)	Brejo	-	-
	Mata ciliar	Menos de 10 (CH) Entre 10 e 30 (ES)	Mai, Jul, Set, Nov

Scinax fuscovarius (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH)	Mar, Set, Nov
	Mata ciliar	-	-
Scinax eurydice (LC)	Brejo	Menos de 10 (CH)	Jan, Nov, Dez
	Mata ciliar	-	-
FAMÍLIA Leptodactylidae			
Adenomera thomei (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH)	Set, Out, Nov, Dez
	Mata ciliar	-	-
Leptodactylus barrioi	Brejo	Menos de 10 (CH)	Jan, Mar, Nov
	Mata ciliar	Entre 10 e 30 (CH)	
Leptodactylus fuscus (LC)	Brejo	Mais de 30 (CH)	Set, Out, Nov, Dez, Jan, Mar
	Mata ciliar	-	-
Leptodactylus latrans (LC)	Brejo	Mais de 30 (CH e ES)	Jan, Mai, Jul, Set, Out, Nov
	Mata ciliar	-	-
Leptodactylus mystacinus (LC)	Brejo	Menos de 10 (CH)	Nov, Dez
	Mata ciliar	-	-
Physalaemus cuvieri (LC)	Brejo	Entre 10 e 30 (CH)	Mar, Set, Dez
	Mata ciliar	Menos de 10	Mar, Set, Dez
Physalaemus signifer (LC)	Brejo	-	-
	Mata ciliar	Entre 10 e 30 (CH) Menos de 10 (ES)	Jan, Mai, Set, Nov, Dez
FAMÍLIA Microhylidae			
Elachistocleis cesarii	Brejo	Entre 10 e 30 (CH)	Jan, Nov
	Mata ciliar	-	-

Tabela 4. Espécies registradas, classificadas sobre seu grau de ameaça segundo a IUCN, local, abundância (nos meses de maior ocorrência) e meses em que foram registradas nas coletas. LC = "Least Concern" (Menos Preocupante); UA (Unidade Amostral); CH = período de chuva; ES =período de estiagem.

Com exceção de *Thoropa miliaris*, os machos de todas as espécies encontradas foram observados em atividade de vocalização, próximo a fêmeas. Além disso, em algumas saídas de campo também observamos girinos, com algumas espécies realizando cuidado parental, como foi o caso de *B. faber*. Neste caso, observamos um indivíduo macho realizando cuidado parental diferente do descrito para a espécie, onde o mesmo desovou no filme d'água do córrego, particionando a desova em três partes iguais, espaçadas entre si por cerca de 40cm de distância, sendo que não houve construção de panelas. Este indivíduo se deslocava entre as desovas sempre que importunado, mas não abandonava o ponto. Por dois dias seguidos, observamos o mesmo comportamento. O comportamento típico é construir panelas (ninhos) nas margens de corpos d´água lênticos e montar guarda após as desovas serem depositadas pelas fêmeas (ETEROVICK, P. C. & SAZIMA, 2004).

As espécies mais abundantes foram *D. elegans*, *L. fuscus* e *L. latrans*, enquanto as espécies menos abundantes foram *R. crucifer* (apesar de os girinos sempre estarem presentes e abundantes), *B. albopunctata* e *S. eurydice* (observadas apenas em uma estação reprodutiva e no brejo próximo à área mais preservada) e *L. mystacinus* (observada apenas em um dos brejos, próxima à área de pastagem). Entretanto, todas essas espécies estavam presentes apenas em áreas abertas.

Algumas espécies foram observadas vocalizando durante grande parte do ano, tanto em período de seca, inverno ou no período chuvoso, quais sejam: *B. crepitans*, *B. pardalis*, *B, faber* e *L, latrans.* Já *Scinax carnevallii foi* mais abundante no inverno, porém sendo observada até o fim da estação chuvosa.

Entre outubro e dezembro observa-se maior riqueza de espécies (n=20). Isso acontece, pois, este período representa o início da estação chuvosa, época reprodutiva da maior parte das espécies de anuros. Nos meses posteriores, entre janeiro e março, a riqueza também é comparativamente mais elevada (n=15), onde ainda se observa regime de chuvas frequentes. Os meses menos abundantes representam o período de seca, ente abril a junho (n=9), onde as espécies de reprodução prolongada estão presentes, mas em menor abundância.

Fauna de Répteis

Ao longo do período de amostragem foram registradas apenas espécies de serpentes, totalizando 15 indivíduos representantes de 11 espécies, abrangendo quatro famílias, sendo elas: Colubridae, Dipsadidae, Elapidae e Viperidae (Tabela 5) (Fig.8). Todos os indivíduos registrados apresentam exemplares testemunhos, com exceção das espécies *Spilotes pullatus* e *Helicops sp.*, registrada por foto cedida por terceiros e por visualização da equipe em busca ativa, respectivamente.

Foi observado presença expressiva de exemplares da família Dipsadidae, com nove indivíduos registrados e sete espécies. Resultado comumente observado em estudos sobre serpentes (veja COSTA et al., 2010, 2014; MOURA et al., 2012; ASSIS et al. 2018), pois se trata da família com maior número de espécies distribuídas na Mata Atlântica e no Brasil (GUEDES et al., 2023). Em seguida, aparece a família Colubridae, com dois exemplares *Spilotes pullatus* (caninana) *e Mussurana quimi* (muçurana)*,* e as famílias Viperidae e Elapidae, contando apenas uma espécie cada *Bothrops jararaca* (jararaca) e *Micrurus frontalis* (coral-verdadeira), respectivamente, ambas espécies de interesse médico.

Tabela 5 espécies de serpentes amostradas no sítio da "Dona Célia, Serra da Onça, Guidoval, Minas Gerais. Da esquerda para a direita: *S. pullatus; D. mikanii; E. aesculapii; O. petolarius; P.s olfersii; X. merremii; M.frontalis; B. jararaca*. Observe que quase todos os espécimes foram fotografados já mortos, pois foram obtidos por PC e já se encontravam mortos, evidenciando a perseguição que esses animais sofrem.

Família	Nome Específico	Espécimes (Número)	Tipo de registro
Colubridae	*Mussurana quimi* (Franco; Marques; Puorto, 1997)	1	PC
	Spilotes pullatus (Linnaeus, 1758)	2	PC
Dipsadidae	*Dipsas mikanii* Schlegel, 1837	2	CO
	Erythrolamprus aesculapii (Linnaeus, 1766)	1	PC
	Oxyrhopus petolarius (Reuss, 1834)	1	PC
	Philodryas olfersii (Liechtenstein, 1823)	2	PC
	Xenodon merremii (Wagler *in* Spix, 1824)	1	PC
	Pseudoboa nigra (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	1	PC
	Helicops sp.	1	VI
Elapidae	*Micrurus frontalis* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	1	PC
Viperidae	*Bothrops jararaca* (Wied-Neuwied, 1824)	2	PC

Tabela 6. Relação das serpentes amostradas, indicando a família e o número de indivíduos coletados durante o período do estudo na Serra da Onça, Guidoval, Minas Gerais. PC (Posto de Coleta); CO = Coletado; VI = Visualizado.

Com exceção da espécie *Dipsas mikanii* (dormideira) e *Helicops sp*. (cobra-d'água), registradas através da busca ativa, a maior parte dos registros foram feitos através do recolhimento de material avistado por terceiros. Ou seja, os métodos de coleta por armadilhas e busca ativa não foram eficazes para esse grupo de animais. Sabendo-se disso, a riqueza encontrada nesse período na região amostrada pode estar subestimada ou podemos considerar o método de PC mais eficiente para amostragem de serpentes, ao menos nessa região. Apesar de se tratar de uma amostragem de 24 meses de duração, este resultado pode ser explicado considerando a dificuldade de se amostrar a fauna de serpentes, animais com comportamentos crípticos.

A espécie de cobra-d'água foi avistada durante 3 visitas à área de busca ativa, porém não foi capturado e não existem registros fotográficos, por ser espécie aquática que se posicionava na parte rasa do córrego, parcialmente coberta por lama e folhiço que dificultou o registro fotográfico. Os avistamentos foram realizados no período noturno (entre 20h e 22h), sempre no ponto Mata Ciliar 1.

Os trabalhos próximos à região do estudo, que também amostraram a fauna de répteis, encontraram números absolutos de riqueza mais expressivos. Entretanto, trata-se de amostragens não comparáveis de maneira geral, seja porque abrangeram áreas mais extensas, seja porque utilizaram metodologias diferentes e por períodos mais longos. Entretanto, é interessante citar que em um levantamento de répteis realizado para o município de Juiz de Fora, estado de Minas Gerais, localidade com clima e vegetação similares e localizado próximo à área estudada, tenha apontado 24 espécies de serpentes através de dados de coleção científica (SOUSA et al., 2012) e que, curiosamente, apenas cinco destas espécies também tenham sido encontradas no presente estudo. São elas:

Erythrolamprus aesculapii (falsa coral), *Philodryas olfersii* (cobra-cipó), *Dipsas mikanii* (dormideira), *Xenodon merremii* (achatadeira) e *Bothrops jararaca* (jararaca). Seria esperado que um estudo mais abrangente e com metodologia com tempo de amostragem mais longo (registos históricos de coleções científicas), em areas com climas e fitofisionomias semelhantes, obtivesse maior similaridade de registros. Assim, esperamos que as outras seis espécies registradas no nosso estudo possam ter provável distribuição na região entre Guidoval e Juiz de Fora, ao menos em areas mais abertas. Esse fato demonstra a importância da metodologia de PC para amostrar serpentes e a necessidade de inventários de longa duração com maior abrangência de matas da região.

De modo geral, as espécies amostradas neste estudo são generalistas e comuns em áreas abertas e em todo domínio da Mata Atlântica. Entretanto, um registro interessante é o da muçurana (*Mussurana quimi*). Por mais que a distribuição desta espécie seja indicada para Minas Gerais (Guedes et al., 2023), a amostragem é o primeiro registro formal para a Zona da Mata Mineira (veja COSTA et al., 2010; SOUSA et al., 2012; ASSIS et al., 2018).

DISCUSSÃO

Inventários sobre a herpetofauna utilizam diversos métodos de amostragem, variam de acordo com o objetivo do trabalho, dos recursos financeiros e logísticos aplicados, além do tempo que pode ser dispendido durante a fase de levantamento de dados (CECHIN & MARTINS, 2000; FREITAS & SILVA, 2007; MAGALHÃES et al., 2009). Em geral, estudos com objetivos similares aos propostos neste estudo, bem como aqueles que avaliam delineamentos amostrais para a herpetofauna, indicam a necessidade de longos períodos de coleta e associação de métodos de amostragem diferentes (RIBEIRO-JÚNIOR et al., 2008; CONDEZ et al., 2009; RIBEIRO-JUNIOR et al., 2011; JÚNIOR et al., 2013; ALI et al, 2018). Neste estudo, utilizamos amostragem prolongada e associamos métodos de buscas, o que provavelmente explica a eficiência amostral da fauna de anfíbios, por exemplo, quando confrontamos os resultados indicados pelos estimadores de riqueza e os dados brutos obtidos. Mas, para a fauna de répteis, observamos que a amostragem de PC é a mais eficiente, provavelmente porque as espécies apresentam comportamento críptico e menos ativo que as espécies de anuros de maneira geral.

Os nossos resultados, entretanto, indicam que a amostragem ainda seria eficiente mesmo que apenas utilizássemos a busca ativa, no caso dos anfíbios, pois as armadilhas não registraram táxons exclusivos. Este fato, provavelmente, pode ser explicado por algumas questões preponderantes. A primeira refere-se à falha amostral acometida neste estudo, devido à problemas de vandalismo e pisoteio de gado. O que significa dizer que a amostragem por armadilhas ocorreu em um período mais curto de tempo, restrito ao final da época de seca e início da estação chuvosa, o que pode ter impedido a amostragem de espécies que apresentam atividades em outros meses do ano, por mais o esforço amostral calculado (hora/balde ou hora/funil), tenha sido maior que os esforço por busca ativa (hora/coletor). Isso ocorre, porque o período de amostragens tem forte influência nas

taxas de captura em grupos preponderantemente sazonal, como a herpetofauna (FRIED & CELLIER, 1990; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; SÃO PEDRO & FEIO, 2010). Por este motivo, é importante que a metodologia por armadilhas seja reaplicada na área do estudo, prolongando-se o tempo de amostragem para outras estações do ano, pois os resultados podem estar subestimados, especialmente para os répteis.

Entretanto, como os estimadores de riqueza indicaram que a amostragem foi eficiente para os anfíbios, o número baixo de registro pode ser explicado pela menor eficiência inerente das armadilhas, sejam pitfalls ou funis, somado ao fato desta área ter sofrido bastante modificações. Por exemplo, a busca ativa foi apontada em diversos trabalhos como o método mais eficiente (CECHIN & MARTINS, 2000; FREITAS & SILVA, 2007; MEZETTI et al., 2007) sendo que as armadilhas de interceptação e queda foram aquelas que mostraram menos eficácia. Isso acontece porque a eficiência das técnicas de captura depende, por exemplo, da composição da fauna a ser amostrada, características do ambiente e localização geográfica (CAMPBELL & CHRISTMAN 1982; GREENBERG el al. 1994; ALI et al., 2018). No caso das armadilhas utilizadas neste estudo, somente seriam interceptados animais que se deslocam sobre o chão, enquanto espécies que utilizam vegetação arbórea e arbustiva não estariam suscetíveis à este tipo de amostragem. Como o fragmento amostrado é composto preponderantemente por áreas abertas antropizadas, com longos trechos de terra pisoteada pelo gado, espécies que se deslocam no chão e dependem do folhiço preservado para suas atividades de sobrevivência e reprodução, dificilmente estariam presentes. Além disso, o método de procura ativa visual amostra, preferencialmente, as espécies que estão visíveis e ocupam ambientes expostos, com microhábitats facilmente identificados, como é o caso daqueles que ocorrem em áreas abertas (HEYER et al., 1994), ambiente mais comum na Serra da Onça.

A região que visitamos encontra-se extremamente degradadas pela criação de gado, com grandes pastos e o solo muito compactado. Apenas um ponto apresentava certo grau de preservação que se localiza próximo à nascente do córrego que cruza a região, no ponto mais alto da área. Neste ponto, podemos encontrar algumas espécies que vivem em áreas relativamente mais preservadas, em trechos de mata ciliar, como as espécies de anuros *Physalaemus signifer* e *Scinax carnevallii* e a serpente *Helicops* sp. Ou seja, de forma geral, houve maior abundância e registros de espécies generalistas, o que é comum em áreas que já sofreram ações antropogênicas (MORAES et al., 2007; UETANABARO et al., 2007). Isso acontece porque áreas alteradas favorecem táxons com maior plasticidade ecológica (MORAES et al., 2007), pois aumenta a oferta de alimentos, abrigos e locais adequados para a reprodução das espécies generalistas de anuros (TOLEDO et al., 2003; VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005). Em alguns casos, populações destas espécies podem atingir altos valores de dominância, como o observado no presente estudo para *L. fuscus*. e *L. latrans*.

Podemos comparar os resultados do nosso estudo com alguns inventários conduzidas em regiões próximas, inseridos na mesma fitofisionomia. Neste caso, podemos dizer que a riqueza da área não é baixa, pois encontramos 21 espécies de anfíbios, por exemplo, em apenas um fragmento de mata, pequeno quando comparado aos outros estudos. Por exemplo, em todo o município de Cataguases, foram registradas 56 espécies distribuídas em seis fragmentos de mata diferentes, aparentemente mais preservados que a Serra da Onça (ASSIS & FEIO, 2017). Em outro estudo, 35 espécies de anfíbios foram registradas em todo o município de Viçosa (LACERDA et al., 2014) e apenas 20 espécies foram registras em dois fragmentos de mata em Rio Novo (FEIO & FERREIRA, 2005).

Entretanto, precisamos levar em conta também o número de espécies raras ou especialistas, que são mais comuns nos trabalhos citados acima e praticamente inexistentes entre os nossos resultados. Por exemplo, em Cataguases foi registrado a espécie *Aparasphenodon pomba*, uma perereca que se encontra na Lista Vermelha da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, categorizado como "Criticamente em Perigo – CR". Desde sua descrição, em 2013, a espécie apenas foi registrada em um único local (ASSIS et al., 2013). Outras espécies raras também foram registradas para Cataguases, como uma espécie provavelmente inédita para o gênero *Thoropa* e espécies que dependem de folhiço húmido para se reproduzir, como rãs do gênero *Chiasmocleis*, *Myersiella* e *Iscnocnema*, esta última também registrada em um fragmento de mata em Viçosa.

Desta forma, o que pode explicar um número expressivo de espécies se contrapondo à inexistência de espécies raras, provavelmente é o grau de perturbação antrópica, que geralmente é o maior responsável por uma grande riqueza, devido a uma redução de espécies com baixa plasticidade ecológica (TOCHER et al., 2001), o que abre espaço para a ocupação de nichos por espécies generalistas. Ou seja, para avaliar o grau de conservação de uma área, mais importante que a riqueza é, portanto, o perfil dos táxons e a distribuição dos mesmos, ou seja, se existem espécies endêmicas, como distribuição restrita ou dependentes de fragmentos preservados, pois os táxons especialistas são aqueles que mais sofrem com a supressão de hábitats (SILVANO & PIMENTA, 2003).

Entretanto, isto não significa dizer que a Serra da Onça não seja importante no contexto regional em que está inserida. Toda a região da bacia do Rio Pomba, de modo geral, apresenta paisagem empobrecida, necessitando de ações urgentes de recuperação e conservação dos fragmentos remanescentes, especialmente aqueles próximos a nascentes dos principais afluentes que banham a calha do Rio Pomba. Este é o caso da Serra da Onça que, junto com APAs próximas, por exemplo, podem compor um importante corredor ecológico, que inclusive se conecta com os ricos fragmentos de mata de Cataguases estudados por ASSIS & FEIO (2007). De modo geral, este estudo reforça a necessidade de conservação dos remanescentes florestais da região que, apesar de ainda abrigar grande riqueza, estão claramente ameaçados pelos efeitos da fragmentação florestal, sendo claro o diagnóstico de empobrecimento da diversidade de espécies e de microambientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os colegas do ZooVert e estudantes da UEMG (unidade de Ubá) que de alguma forma nos apoiaram durante o desenvolvimento deste estudo. Agradecemos a Arpa de Ubá pelo apoio financeiro que subsidiou parte do material e armadilhas utilizadas neste estudo. Agradecemos à PROPPG/UEMG pela concessão da bolsa de iniciação científica (edital 06/2019 - PAPq/UEMG,) e de produtividade em pesquisa (edital 06/2021 - Pq/UEMG e chamada 01/2021 - Pq/UEMG). E finalmente somos muito gratos aos proprietários da área estudada, querida Dona Célia (Sebastiana Ribeiro Garcia), Sr. Daniel Garcia (*in memoria*) e seus filhos, que sempre muito gentilmente autorizaram à entrada nas áreas de amostragem, nos apresentaram as áreas importantes para a presença de fauna e sempre com muita generosidade nos receberam em sua casa para conversas agradáveis sobre a fauna da região.

REFERÊNCIAS

ALI, W.; JAVID, A.; BHIKHARI, S. M.; HUSSAIN, A. *et al*. Comparison of Different Trapping Techniques used in Herpetofaunal Monitoring: A Review. **Punjab University Journal of Zoology**, v. 33, n. 1, p. 57-68, 2018.

ASSAD, L. W. F.; FEIO, R. N. **Composição e ocupação ambiental da anurofauna da Mata Paraíso, Viçosa, Minas Gerais**. *In*: XX Congresso Brasileiro de Zoologia. Resumos. Rio de Janeiro, 1994, p. 100.

ASSIS, Clodoaldo. L.; FEIO, Rentao Neves. **Anfibios do municipio de Cataguases, Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007.

ASSIS, C. L.; SANTANA, D. J.; SILVA, F. A. *et al*. A new and possibly critically endangered species of casque-headed tree frog *Aparasphenodon* Miranda-Ribeiro, 1920 (Anura, Hylidae) from southeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 3716, p. 583-591, 2013

ASSIS, Clodoaldo Lopes *et al*. **Herpetofauna da Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2018.

BÉRNILS, Renato Silva; NOGUEIRA, Cristiano de Campos; XAVIER-DD-SILVA, Vinícius. Répteis. *In*: DRUMMOND, Gláucia Moreira; MARTINS, Cássio Soares; GRECO, Magda Barcelos; VIEIRA, Fábio (org.). **Biota Minas: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2009. p. 251-278.

BERTOLUCI, JAIME. Serpentes. *In*: MACHADO, Angelo Barbosa Monteiro; FONSECA, Gustavo Alberto; AGUIAR, Ludmilla Moura de Souza; LINS, Lívia Vanucci (org). **Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998. p. 417-444.

BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic Rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 23, p. 161-167. 2002.

BROOKS, T. M.; MITTERMEYER, R. A.; FONSECA, A. B. *et al.* Habitat loss and extinction in the hotspot of biodiversity**. Conservation Biology**, v. 16, n. 4, p. 909-923. 2002.

BURNHAM, K. P.; OVERTON, W. S. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. **Ecology**, v. 60, n. 5, p. 927-936. 1979.

CAMPBELL, Howard; CHRISTMAN, Steven. Field Techniques for Herpetofaunal Community Analysis. Herpetological communities. *In*: SCOTT, Norman. Jr. (org.). **Herpetological communities**. Washington, U.S: Fish Serv. Wildl. Res. Rep., 1982. p.193-200.

CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia,** v, 17, n. 3, p. 729-740, 2000.

CONDEZ, T. H., SAWAYA, R. J.; Dixo, M. Herpetofauna of the Atlantic Forest remnantsof Tapiraí and Piedade region, São Paulo state, southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 157–185. 2009.

COSTA, Cláudia Maria Rocha, *et al.* **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1998.

COSTA, Henrique Caldeira; MOURA, Mário Ribeiro; FEIO, Renato Neves. **Serpentes de Viçosa e região (Minas Gerais).** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais. 2008.

COSTA, H.C.; FERNANDES, V.D.; RODRIGUES, A.C. *et al.* Lizards and Amphisbaenians, municipality of Viçosa, state of Minas Gerais, southeastern Brazil**. Check List**, v. 5, n. 3, p. 732–745. 2009.

COSTA, H. C.; PANTOJA, D. L.; PONTES, J. L. *et al.* Serpentes do município de Viçosa, Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 353-377. 2010.

COSTA, H. C.; RODRIGUES, A. C.; COELHO, C. A.; FEIO. R. N. Répteis da Mata do Paraíso. *In*: LIMA, Gumercindo Souza; RIBEIRO, Guido Assunção; GONÇALVES, Wantuelfer; MARTINS, Sebastião Venâncio; ALMEIDA, Marcello Pinto (org.). **Ecologia de Mata Atlântica: Estudos Ecológicos na Mata do Paraíso**. 1ed. Viçosa: Supremo, 2014, p. 113-132.

CRAWLEY, Michael. **Statistics - an introduction using R. John Wiley & Sons**. 1ed. Imperial College London, Chichest, England: John Wiley & Sons. 2005.

DRUMMOND, Gláucia Moreira *et al.* **Biodiversidade em Minas Gerais - um atlas para sua conservação**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2005.

DRUMMOND, Gláucia Moreira *et al.* **Listas vermelhas das espécies de fauna e flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais**. 2ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2008.

DRUMMOND, Gláucia Moreira *et al.* **Biota Minas: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2009

DUELLMAN, Willian Edward. Distribution patterns of amphibians in South America. *In*: DUELLMAN, Willian, **Patterns of distribution of amphibians: a global perspective** (org.). Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1999. p. 255-328.

ETEROVICK, Paula Cabral; SAZIMA, Ivan **Anfíbios da Serra do Cipó- Minas Gerais- Brasil**. Belo Horizonte: PUC, 2004.

FEIO, R. N.; CARAMASCHI, U. Contribuição ao conhecimento da herpetofauna do nordeste do estado de Minas Gerais, Brasil. **Phyllomedusa**, v. 1, n. 2, p. 105-111. 2002.

FEIO, R. N.; FERREIRA, P. L. Anfíbios de dois fragmentos de Mata Atlântica no município de Rio Novo, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 7, n. 1, p. 121-128. 2005.

FONSECA, G. A. B. The vanishing Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 34, p. 17-34. 1985.

FRIEND, G. R.; CELLIER, K. M. Wetland herpetofauna of Kakadu National Park, Australia: Seasonal richness trends, habitat preferences and the effects of feral ungulates. **Journal tropical of Ecology**, v. 6, p. 131- 152. 1990.

FREITAS, Marco Antônio; SILVA, Thaís Figueiredo Santos **Guia ilustrativo: a herpetofauna das caatingas e áreas de altitudes do nordeste brasileiro.** USEB: Pelotas. 2007.

FROST, D.R. **Amphibian species of the world: an on-line reference**. 2024. Version 6.0. Disponível em: https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php. American Museum of Natural History, New York, USA. Acesso em: 02 jan. 2024

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica. 13° edição. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e Inpe. 2019.

GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; PARRY, L. W. *et al*. Predicting the uncertain future of tropical forest species in a data vacuum. **Biotropica**, v. 39, p. 25-3. 2007.

GOMIDES, S. C.; SOUSA, B. M. Levantamento preliminar da herpetofauna da Serra do Relógio, Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 14, n. 1, 2, 3, p. 45-56. 2012.

GUEDES, T. B.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; COSTA, H. C. Lista de répteis do Brasil: atualização de 2022. **Herpetologia Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 56-161. 2023.

GREENBERG, C. H.; NEARV, D. G.; HARRIS, L. O. A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of pitfall, single-ended, and double-ended funnel traps used with drift fences. *Journal of Herpetology*, v. 28, p. 319-324. 1994.

HADDAD, Célio Fernando Baptista *et al*. **Guia dos anfíbios da Mata Atlântica - diversidade e biologia.** São Paulo: Anolis Books. 2013.

HEYER, William Ronald *et al*. **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians**. Washington: Smithsonian Institution. 1994.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Cidades, Minas Gerais, Guidoval, História & Fotos. Guidoval, 1966. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/guidoval/historico. Acesso em: 01 jan. 2024

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Minas Gerais, Alto Rio Doce, História & Fotos. IBGE, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alto-rio-doce/historico. Acesso em: 28 dez. 2023

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Lista de espécies quase ameaçadas e com dados insuficientes, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/programas-e-projetos/fauna-brasileira/lista-de-especies-quase-ameacadas-e-com-dados-insuficientes. Acesso em: 21 de dezembro de 2023.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Volume I. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, 2018.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. The IUCN Red List of Threatened Species, 2022. Version 2021–3.Disponível em: https://www.iucnredlist.org. Acesso em 20 dez. 2023

JÚNIOR, A. P. P.; CAMPOS, C. E. C.; ARAÚJO, A. S. Composição e diversidade de anfíbios anuros do campus da Universidade Federal do Amapá. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 13-21. 2013.

LACERDA, H. C.; FONSECA, H. P.; SOARES, W. O.; SILVA, L. A.; MIRANDA, D. M. Q.; FARIA, A. L. L. **Classificação supervisionada da Bacia Hidrográfica do Rio Xopotó: utilizando imagens Landsat - 5 e Landsat - 8**. *In*: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Anais. Juiz de Fora, 2018, p. 362-371.

LACERDA, João Victor *et al*. Anfíbios da Mata do Paraíso. *In*: LIMA, Gumercindo Souza; RIBEIRO, Guido Assunção; GONÇALVES, Wantuelfer; MARTINS, Sebastião Venâncio; ALMEIDA, Marcello Pinto (org.). **Ecologia de Mata Atlântica: Estudos Ecológicos na Mata do Paraíso**. 1ed. Viçosa: Supremo, 2014, p. 133-152.

MACHADO, Ibere Farina; MARTINS, Márcio Borges; ABRAHÃO, Carlos Roberto; VALADÃO Rafael Martins; MOURA, Geraldo Jorge Barbosa; NASCIMENTO, Luciana Barreto; ABADIE, Michele; TINOCO, Moacir Santos. Planos de ação para a conservação da herpetofauna ameaçada de extinção: onde ocorrem, o que protegem e como participar. *In*: TOLEDO, Luís Felipe (org.). **Herpetologia Brasileira Contemporânea**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Herpetologia, São Paulo. 2021, p. 224–235

MAGALHÃES, J. D. R; LIMA, A. G.; NUNES, A. V. A. *et al*. **Eficiência das técnicas de capturas aplicada ao estudo de répteis no Brasil.** *In*: Jornada de Pesquisa Ensino e Extensão, 9, Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Anais. Recife, UFRPE, 2009, p. 6.

MEZZETTI, N. A.; CARNEIRO, P. C. F.; GALDINO, C. A. B.; NASCIMENTO, L. B.; CARVALHO, R. R. Jr.; FERNANDES, D. S.; ROCHA, M. D.; MACHADO, L. L.; BRAGA, F. S.; DEL LAMA, F.; CALIXTO, V. A. F.; PINTO, F. C. S.; QUEIROS, F. N. S.; ALENCAR, L. R. V.; SCALZO, J. A. M.; KLEINSORGE, J. M. D.; CAMPOS, R. A. R.; PAULA, T. P.; COSTA, C. G. **Composição da herpetofauna e comparação de seis métodos de coleta em uma area de cerrado no parque nacional das sempre-vivas (Minas Gerais).** *In*: VII Congresso de Ecologia do Brasil. Anais. Caxambu, 2007, p. 3–4.

MITTERMEIER, R. A., *et al*. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Washington, DC: Cemex. 2004.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2022a. Portaria MMA Nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria no 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria no 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria no 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Nacional de Espécies Am. Diário Oficial da União 108:74–104.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2022b. Portaria GM/MMA N 300, de 13 de dezembro de 2022. Reconhece a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário Oficial da União 234:75–118.

MOURA, M. R.; MOTTA, A. P.; FERNANDES, V. T. *et al.* Herpetofauna da Serra do Brigadeiro, um remanescente de Mata Atlântica em Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica,** v. 12, n. 1, p. 209-235. 2012.

MORAES, R. A.; SAWAYA, R. J.; BARRELLA, W. Composição e diversidade de anfíbios anuros em dois ambientes de Mata Atlântica no Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, sudeste do Brasil**. Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 1-10. 2007.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.; MITTERMEIER, C. *et al*. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000.

NOBRE, P. H.; RODRIGUES, A. S.; COSTA, I. A. *et al.* Similaridade da fauna de Chiroptera (Mammalia), da Serra Negra, municípios de Rio Preto e Santa Bárbara do Monte Verde, Minas Gerais, com outras localidades da Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 151-156. 2009.

NASCIMENTO, Luciana Barreto; LEITE, Felipe Sá Fortes; ETEROVICK, Paula Cabral; FEIO, Rentao Neves. Anfíbios. *In*: DRUMMOND, Glaucia Moreira.; MARTINS, Cássio Soares; GRECO, Magda Barcelos; VIEIRA, Fábio (eds.). **Biota Minas: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 2009, pp. 221-248.

PALMER, M. W. The estimation of species richness by extrapolation”. **Ecology**, v. 71, n. 3, p. 1195–98. 1990.

RAMBALDI, Denise Marçal; OLIVEIRA, Daniela América Soárez. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 2003.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C. *et al*. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation**. Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009.

RIBEIRO, M.A.; GARDER, T. A.; ÁVILA-PIRES, T. C. S. Evaluating the Effectiveness of Herpetofaunal Sampling Techniques across a Gradient of Habitat Change in a Tropical Forest Landscape. **Journal of Herpetology**, v. 42, p. 733–749. 2008.

RIBON, R.; SIMON, J. E.; MATTOS, G. T. Bird extinctions in Atlantic forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 17, n.6, p. 1827-1839. 2003.

ROSSA-FERES, Denise Cerqueira; GAREY, Michael Varajão; CARAMASCHI, Ulisses; NAPOLI, Marcelo Filgueiras, NOMURA, Fausto; BISPO, Arthur Angelo; BRASILEIRO, Cinthia Aguirre; THOMÉ, Maria Tereza Chiarioni; SAWAYA, Ricardo Jannini; CONTE, Carlos Eduardo; CRUZ, Carlos Alberto Gonçalvez; NACIMENTO, Luciana Barreto; GASPARINI, João Luiz; ALMEIDA, Antônio e Pádua; HADDAD, Célio Fernando Baptista. Anfíbios da Mata Atlântica: Lista de espécies, histórico dos estudos, biologia e conservação. *In*: MONTEIRO-FILHO, Emygdio Leite de Araújo & CONTE, Carlos Eduardo (org). **Revisões em Zoologia: Mata Atlântica**. Brasil: UFPR. 2017, p. 237-314.

SANTOS, P. S.; FEIO, R. N. **Anfíbios do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Uso do habitat e similaridade de espécies**. *In*: XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Resumos. Itajaí, 2002, pp. 408.

SÃO PEDRO, V. A.; FEIO, R. N. Distribuição especial e sazonal de anuros em três ambientes na Serra de Ouro Branco, extremo Sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 143-154. 2010.

SILVANO D. L.; PIMENTA B. V. S. **Diversidade e distribuição de anfíbios na Mata Atlântica do Sul da Bahia**. Corredor de Biodiversidade na Mata Atlântica do Sul da Bahia. 2003.

SEGALLA, M. V.; BERNECK, B.; CANEDO, C.; *et al*. List of Brazilian Amphibians. **Herpetologia Brasileira,** v. 10, n. 1, p. 121–216. 2021.

SIMON, J. E., PERES, J.; RUSCHI, P. A. A importância da Serra das Torres para a conservação de aves no Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. **Revista Científica FAESA**, v. 4, n. 1, p. 47-62. 2008.

SOUSA, B. M., GOMIDES, S. C., HUDSON, A. A. et al. Reptiles of the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais state, Brazil. **Biota Neotropica,** v. 12, n. 3. 2012.

TOLEDO, L. F.; ZINA, J.; HADAD, C. F. B**.** Distribuição Espacial e Temporal de uma Comunidade de anfíbios Anuros do Município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Holos Environment**, v. 3, n. 2, p. 136-149. 2003.

TOCHER, M. D.; GASCON, C.; MEYER, J. **Community composition and breeding sucesso of Amazonian frogs in continuous Forest and Matrix Habitat aquatic**. Lessons from Amazonia: **The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest.** Yale: Yale University Press. p. 235-247. 2001.

TOZETTI, A. M.; SAWAYA, Ricardo J.; MOLINA, F. B.; BÉRNILS, Renato S.; BARBO, F. E.; LEITE, J. C. M.; BORGES-MARTINS, M.; RECORDER, R.; JÚNIOR, M. T.; ARGÔLO, Antônio J. S.; MORATO, S. A. A. & RODRIGUES, M. T. 2017. Répteis. In: Monteiro-Filho, E.L.A. & Conte, Carlos Eduaro (orgs.). Revisões em zoologia: Mata Atlântica. Curitiba, Editora UFPR. 490p.

UETANABARO, M.; SOUZA, F.L.; LANDGREFFILHO, P. *et al*. Anfíbios e répteis do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 279-289. 2007.

UETZ, P.; HOSEK, J. **The Reptile Database**. 2024. Disponível em: www.reptile.database.org. Acessado em: 3 de jan. 2024.

VALVERDE, O**. Estudo Regional da Zona da Mata, de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Geografia, 1958.

VASCONCELOS, T. S.; ROSSA-FERES, D. C. Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1- 14. 2005.

NEILSON SILVA SANTOS: Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Alagoas (2021). Obteve seu Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (2023) e no mesmo ano ingressou no Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba, na linha de produção de ruminantes com ênfase em nutrição de ruminantes. Desde o ensino técnico dedica-se a estudos na linha de produção animal principalmente nos seguintes temas: produção e avaliação de forrageiras para ruminantes, exigências nutricionais de caprinos e ovinos, nutrição e alimentação animal, microbiologia ruminal e avaliação de alimentos alternativos para ruminantes. É editor e, ou, revisor na área de zootecnia em periódicos indexados nacionais (10) e internacionais (3).

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

E

F

G

H

ÍNDICE REMISSIVO

I

L

M

O

P

R

S